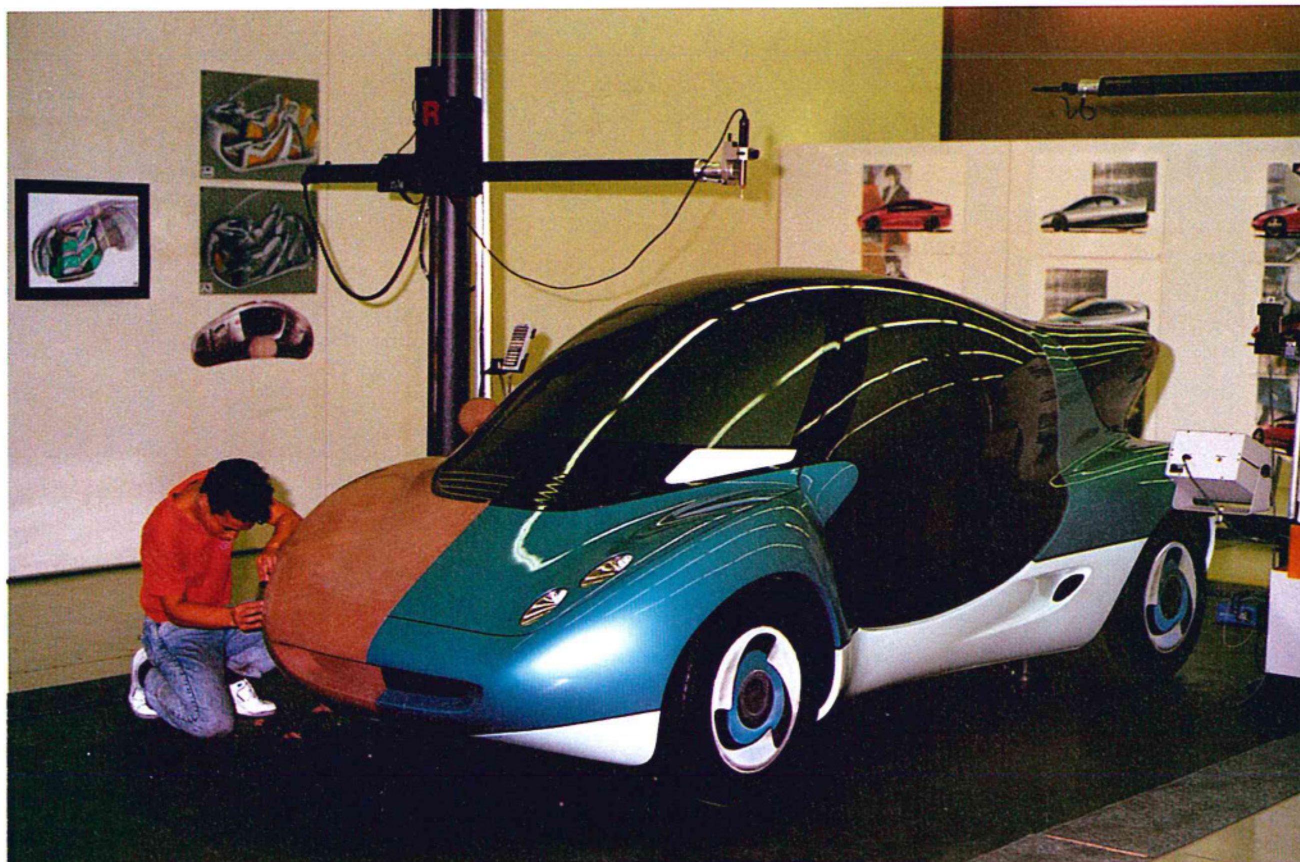
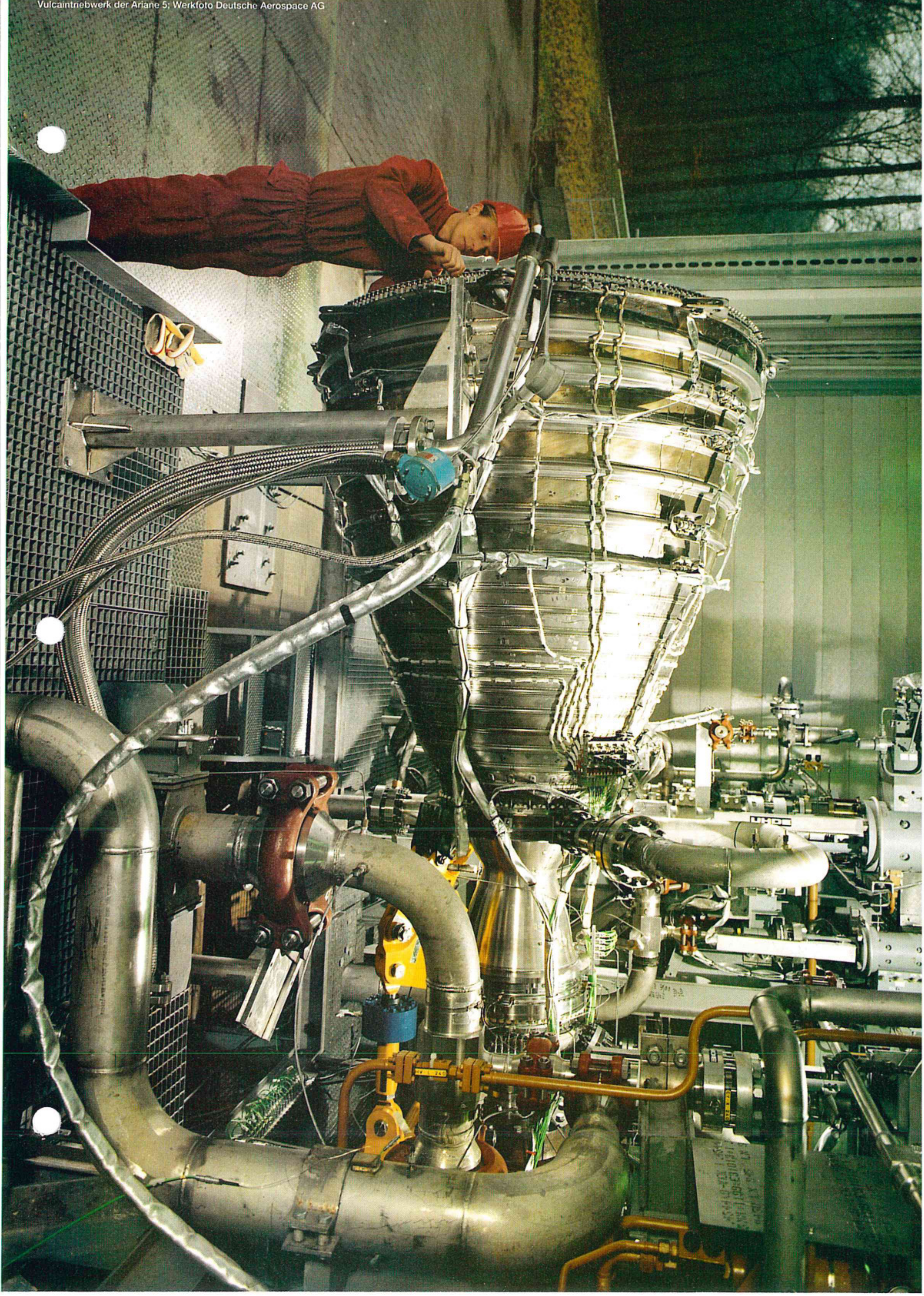


PERSPEKTIVEN



Zukunftsauto; Werkfoto Mazda Motors GmbH



Vulcaintriebwerk der Ariane 5; Werkfoto Deutsche Aerospace AG

● TIEFSEETAUCHEN ● TAUCHBOOTE ● ENTDECKUNG DER TITANIC

ABENTEUER

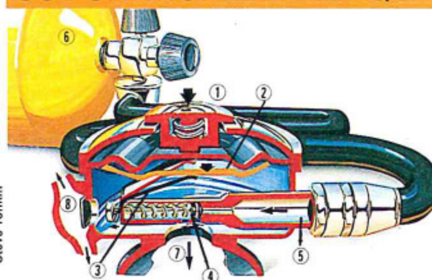
Rex Features

SPEZIELLE TAUCHAUSRÜSTUNGEN ermöglichen es dem Menschen heute, in Meerestiefen vorzustoßen, die vor wenigen Jahrzehnten noch unerreichbar schienen. Selbst die Idee, eine Stadt auf dem Meeresboden zu errichten, gehört nicht mehr ganz ins Reich der Phantasie.

Die Welt unter Wasser ist für den Menschen ein lebensfeindlicher Raum. Will er sich darin ungefährdet bewegen, muß er sich auf seine technische Ausrüstung und seine körperlichen und geistigen Kräfte verlassen können. Sobald sein Körper zu stark abkühlt, läßt seine Konzentration nach, und er verbraucht mehr Sauerstoff. Deshalb tragen Taucher auch in recht warmen Gewässern einen Schutzanzug aus Neopren, einem synthetischen Gummi.

Eine kleine Wassermenge sickert in den Taucheranzug und bildet zwischen

SO FUNKTIONIERT DIE AQUALUNGE:



Steve Tonkin

Wasser tritt in das Regelventil (1) ein und drückt auf eine Gummimembrane (2). Ein damit verbundener Hebel (3) öffnet bzw. schließt ein Ventil (4), durch das Luft (5) aus der Flasche (6) strömt. Dadurch gelangt die Atemluft immer mit dem richtigen Druck zum Mundstück (7). Die verbrauchte Luft wird durch ein seitliches Ventil (8) ausgestoßen.



Patrick Baker / Bruce Coleman Ltd

UNTER WASSER





◀ *Im getauchten Zustand wird eine Taucherglocke über eine Verbindungsleitung mit Luft versorgt. Für Notfälle sind außen an der Glocke auch noch Preßluftflaschen montiert.*



der Haut und dem Neoprenschaum des Anzugs eine dünne Isolierschicht. Durch die Körperwärme wird dieses Wasser schnell angenehm temperiert, wobei die Luftblasen im Neoprenschaum als Isolation wirken. Der Taucher schwimmt in seinem Anzug wie in einem lauwarmen Bad.

In kälteren Gewässern wird ein „trockener" Schutzanzug verwendet. Dieser ist völlig wasserdicht und mit einem flauschigen, wärmeisolierenden Futter versehen. „Nasse" wie auch „trockene" Taucheranzüge erzeugen zusätzlichen Auftrieb, der mit einem Gewichtsgürtel ausgeglichen werden muß.

Sobald sich der Taucher unter der Oberfläche befindet, wirkt der Wasserdruck auf ihn ein. Schon in wenigen Metern Tiefe wird dieser Druck schmerzhaft spürbar, vor allem um das Gesicht herum, denn die Lufträume im Kopf werden zusammengepreßt. Das Atmen durch einen zwei Meter langen Schnorchel ist wegen des Wasserdrucks unmöglich – die Lunge kann sich unter der zusätzlichen Last des Wassers nicht weit genug ausdehnen. Taucher müssen deshalb Preßluftflaschen mitführen, bei denen eine spezielle Regeleinrichtung dafür sorgt, daß der Druck der Atemluft dem Druck des umgebenden Wassers entspricht.

Taucherkrankheit

Das am häufigsten verwendete Atemgerät ist die Aqualunge. Mit ihr kann der Taucher bis zu einer Stunde lang unter Wasser bleiben und Tiefen von maximal 50 Metern erreichen. Flaschen mit Preßluft, die unter einem 200fach höheren Druck als unsere normale Atemluft stehen, werden vom Taucher auf dem Rükken getragen. Die Flaschen sind über einen biegsamen Schlauch mit dem Mundstück verbunden. Ein „Lungenautomat" steuert den Zustrom der Preßluft beim Einatmen des Tauchers.

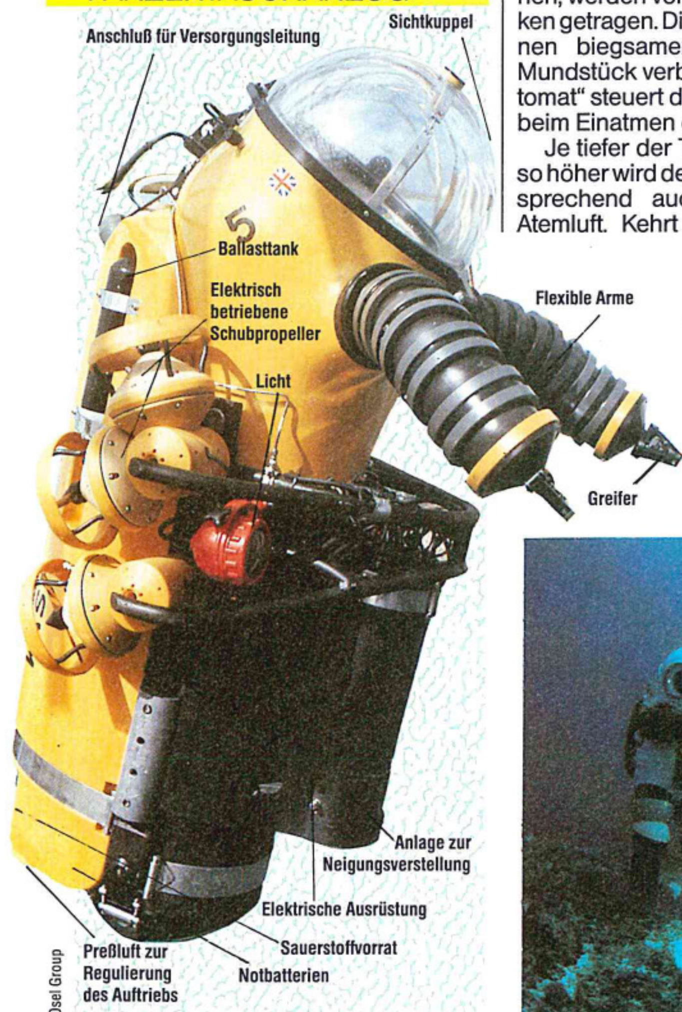
Je tiefer der Taucher hinabsteigt, um so höher wird der Wasserdruck und entsprechend auch der Druck seiner Atemluft. Kehrt er zu schnell an die Oberfläche zurück, können sich die in seinem Körper befindlichen Gase, vor allem Stickstoff, schlagartig ausdehnen. Wie beim Öffnen einer vollen Sprudelwasserflasche werden die in der Flüssigkeit gelösten Gase schlagartig freigesetzt, bilden Blasen und schäumen. Auch in den inneren Organen und im Blut des Tauchers kommt es beim zu schnellen Aufsteigen zu dieser gefährlichen Blasenbildung, die die Gewebe zerstört und die Blutgefäße verstopfen kann. Nasenbluten, Gelenkschmerzen und Schwindelanfälle sind die Folgen dieser Taucherkrankheit.

Auch die unter hohem Druck in der Lunge eingeschlossene Atemluft dehnt sich bei zu schnellem Druckabfall (Dekompression) aus und kann zu erheblichen inneren Verletzungen führen. Um dies zu vermeiden, muß der Taucher beim Aufstieg einen genau berechneten „Fahrplan" einhalten, kommt er aus größeren Tiefen, sind in bestimmten Aufstiegshöhen Pausen einzulegen. Doch immer wieder verlieren Taucher durch diese auch als Druckabfall- oder Caissonkrankheit bezeichnete Taucherkrankheit ihr Leben.

Tiefenrausch

Eine zweite Gefahr beim Tauchen in größerer Tiefe ergibt sich, wenn der Taucher durch das Atemgas – eine Mi-

PANZERTAUCHANZUG



▼ *Ähnlich wie ein Astronaut auf der Mondoberfläche untersucht ein Taucher in einem Panzertauchanzug den Meeresboden. Sein Anzug schirmt ihn vollständig von seiner feindlichen Umwelt ab.*





◀ *Das Tauchboot* ***ALVIN*** *beleuchtet das Wrack der TITANIC, damit der bewegliche Roboter JASON JUNIOR bessere Fotos aufnehmen kann. „JJ" wird über Kabel gesteuert.*



Frank Spooner Pictures

◀ ***Das Mutterschiff ATLANTIS II*** *läßt das Tauchboot über das Heck zu Wasser. Vor dem Tauchgang wird das Unterwasser-Telefon der ALVIN ein letztes Mal überprüft.*

ENTDECKUNG DER TITANIC

Die Katastrophe war da, als die TITANIC im Jahre 1912 einen Eisberg rammte und sank. 1500 Menschen fanden den Tod. Bis zur Entdeckung im Jahre 1985 lag das Wrack der TITANIC ungestört auf dem Meeresgrund. Ein Jahr später brachte die ATLANTIS II das Tauchboot ALVIN und eine Erkundungsmannschaft zur TITANIC. Mit einem frei beweglichen Unterwasser-Roboter namens JASON JUNIOR („JJ") wurde das Wrack von innen untersucht und fotografiert.

Bill Donohoe



Frank Spooner Pictures

◀ ***Seit über 75 Jahren*** *ruht die Titanic auf dem Grund des Meeres. Pflanzen und Rost verleihen dem Deck ein gespenstisches Aussehen.*

schung aus Stickstoff und reinem Sauerstoff – in einen dem Alkoholrausch vergleichbaren Zustand gerät. Unsere Atemluft besteht zu vier Fünfteln aus Stickstoff, der normalerweise vom Blut aufgenommen wird. Unter Druck wirkt der Stickstoff wie eine Droge – der Taucher fühlt sich benommen, verliert die Orientierung oder gerät gar in Panik.

Um den Tiefenrausch zu vermeiden, kann man den Stickstoff durch Helium ersetzen. Eine solche Helium-Sauerstoff-Mischung wird auch als „Heliox" – für HELium und OXygen (Sauerstoff) – bezeichnet. Helium hat dabei den lustigen Nebeneffekt, Töne zu verzerren – selbst Menschen mit sehr tiefer Stimme hören sich plötzlich wie Donald Duck an. Um die Verständigung mit dem Taucher zu ermöglichen, werden elektronische Sprachentzerrer eingesetzt.

Wegen der starken Kompression verbraucht ein Taucher für jeden Atemzug wesentlich mehr Luft als an der Oberfläche. Eine Preßluftflasche, die in zehn Meter Tiefe 30 Minuten lang ausreicht, genügt bei 200 Metern Tauchtiefe gerade noch für drei Minuten. Obwohl Tieftaucher für Notfälle auch Preßluft-Flaschen mitführen, werden sie von der Oberfläche aus über einen Schlauch mit Luft versorgt.

Nach wenigen Minuten in 200 Meter Tiefe würde ein Taucher bereits Stunden für die langsame Dekompression (Druckabbau) brauchen. Wenn daher lange Zeit in sehr großer Tiefe gearbeitet wird, ist ein anderes Verfahren praktischer und sicherer. Dabei sättigt sich der Körper mit dem unter hohem Druck stehenden Atemgas, bis nichts mehr davon aufgenommen wird. In der arbeitsfreien Zeit halten sich die Taucher dann in einer Druckkammer auf.

Der Luftdruck in ihrem Inneren entspricht dem Wasserdruck an der tiefergelegenen Arbeitsstätte. Für den weiteren Abstieg benutzt der Taucher eine Taucherglocke. Sie wird von der Druckkammer abgekoppelt und zur Arbeitsstelle hinabgelassen. Dort verläßt sie der Taucher durch eine Öffnung im Boden. Ist die Arbeit beendet, fährt er mit der Glocke wie in einem Fahrstuhl zur Druckkammer zurück.

Monate unter Wasser

Taucher können auf diese Weise für Wochen, manchmal Monate ihrer Arbeit in größerer Tiefe nachgehen. Die Dekompression wird erst nach Beendigung des Projektes eingeleitet und kann dann mehrere Tage dauern.

Mit einer speziellen Ausrüstung lassen sich die Schwierigkeiten, die der Wasserdruck verursacht, ganz vermeiden. Im „atmosphärischen" oder Panzertauchanzug sind Tiefen von 500 Metern erreichbar. Der Taucher, im Inneren des Anzugs eingeschlossen, bleibt dabei völlig trocken und atmet weiterhin Luft von ganz normalem Druck.

Der Panzertauchanzug ist mit wasserdichten Gelenken ausgestattet, damit sich der Taucher möglichst ungehindert darin bewegen kann. Im Prinzip ist es eine kleine, druckfeste Kammer, die mit beweglichen Armen und Beinen ausgestattet ist.

Tauchboote bieten eine weitere Möglichkeit für die Erkundung noch größerer Tiefen. Mit diesen U-Booten im Miniaturformat kann eine kleine Besatzung, bestehend aus Fachleuten, bis zu 4000 Meter unter dem Meeresspiegel arbeiten.

Manche Tauchboote lassen sich von der Meeresoberfläche aus fernsteuern. Solche Fahrzeuge bestehen meist aus einem Rahmen, auf dem Motoren, Strahlpropeller, Auftriebskörper sowie zahlreiche Werkzeuge, Kameras und Mikrophone montiert sind. Diese Geräte dienen dem Tauchfahrzeug sozusagen als Augen, Ohren und Hände.



TECHNIK IM TAUCHBOOT

Ruder- und Hauptantrieb
Horizontalantrieb
Luftvorrat der Taucher
Vertikalantrieb
Bewegliche Stützen (mit Antrieb)
Kabine der Taucher
Luke
Tiefenruder
Batterieraum
Manometer
Luftfilter
Batterie-Trennschalter
Echolot
Bugantrieb
Schutzbügel
Anzeigen für Position und Tiefe
Beobachtungsstand
Schutzrahmen
Mechanische Greifer
Ruder- und Motorsteuerung

Planet Earth Pictures/Ken Vaughan

Ein derartiger Unterwasser-Roboter ist durch ein dickes Verbindungskabel mit dem Versorgungsschiff verbunden. Das Kabel überträgt nicht nur die erforderliche Energie, sondern auch Steuersignale und Videobilder, die von den eingebauten wasserdichten Kameras aufgenommen werden.

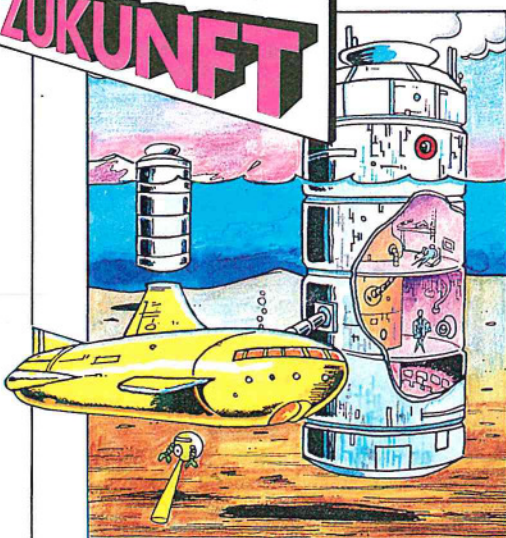
Der „Pilot" sitzt an Bord des Versorgungsschiffes und dirigiert das Fahrzeug mit einem Steuerknüppel. Das Verbindungskabel, sozusagen die „Nabelschnur" eines Unterwasser-Roboters, wirkt bei Arbeiten in großer Tiefe störend. Obwohl heute besonders dünne Glasfaserkabel für die Übertragung von Steuer- und Bildsignalen eingesetzt werden, bleibt das Kabel wegen der Stromzuleitungen für die Vortriebsmotoren relativ schwer. In Tiefen über 2000 Metern ist der Einsatz solcher Tauchboote deshalb nicht möglich.

Zu den fortschrittlichsten Tauchbooten zählt die für das französische SAGA-Projekt geplante „Argyronete", mit deren Hilfe man in der Nähe der polaren Eiskappen nach Öl und Erdgas suchen will. Das Fahrzeug bietet Platz für eine sechsköpfige Mannschaft und ein Taucherteam, das von einer eigenen Druckkammer aus operieren soll.

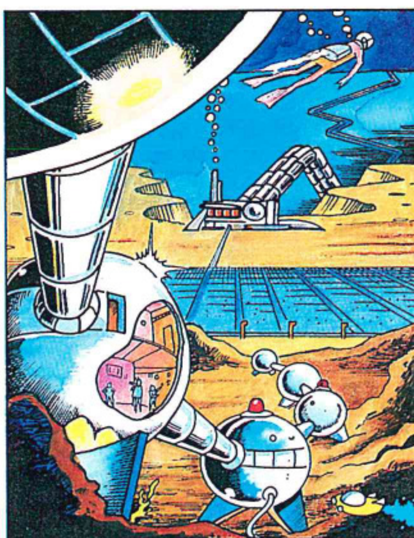
▲ ***Ein Taucher** verläßt das Boot gerade durch die Ausstiegsluke. Im Foto die Steuer- und Antriebsanlagen eines englischen Tauchboots.*

BLICK IN DIE ZUKUNFT

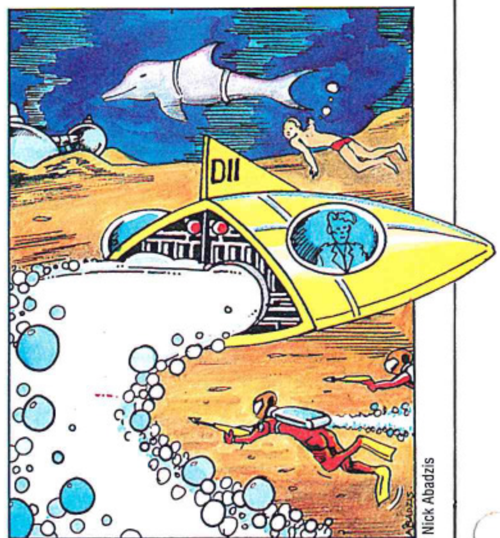
UNTERWASSER—STÄDTE



▲ *Vielleicht wird die schnell wachsende Erdbevölkerung eines Tages auch den Meeresboden besiedeln. Frei schwebende Kapseln könnten den Menschen als Wohnung dienen.*



▲ *Die Menschen werden in Fabriken arbeiten, die über wasserdichte Röhren miteinander verbunden sind. Bei Wartungsarbeiten können Taucher durch Schleusen ins Wasser gelangen.*



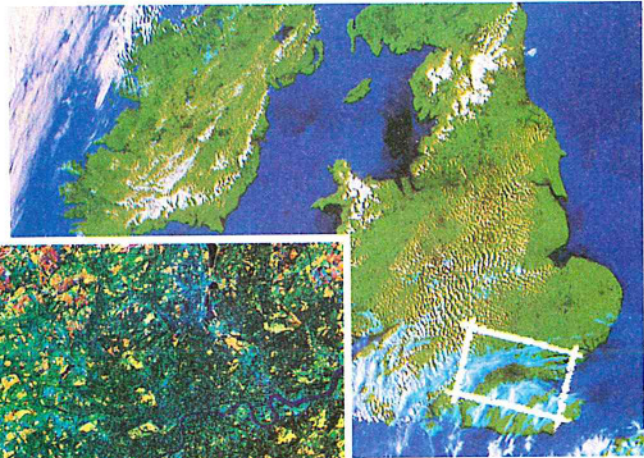
Nick Abadzis

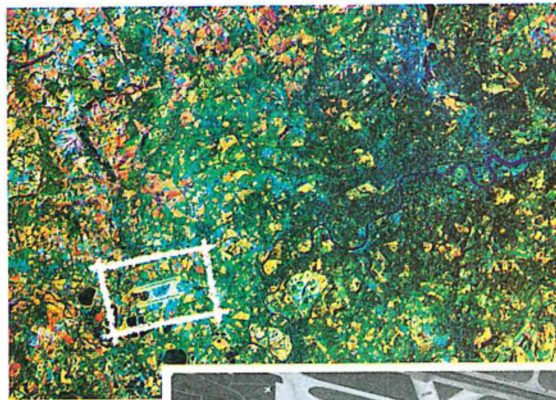
▲ *Mit Unterwasser-Taxis wird zur Arbeit gefahren. Trainierte Delphine tragen die Post aus, bewaffnete Polizei sorgt für die Abwehr von Raubfischen.*

John Houghton

SPIONE AM HIMMEL

- NAVIGATION
- FRÜHWARNUNG
- SUCHE NACH BODENSCHÄTZEN

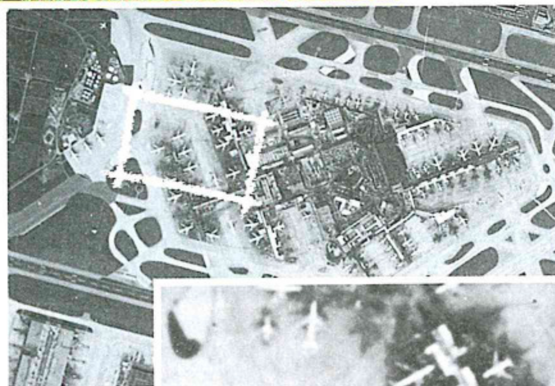

Daily Telegraph Colour Library


Salamander

IN DEN GEHEIMARCHIVEN DER Supermächte liegen möglicherweise Fotos der Straße, in der wir wohnen, Vergrößerungen von unserem Haus, auf denen vielleicht sogar noch ein Wagen zu sehen und sein Fahrer zu erkennen ist.

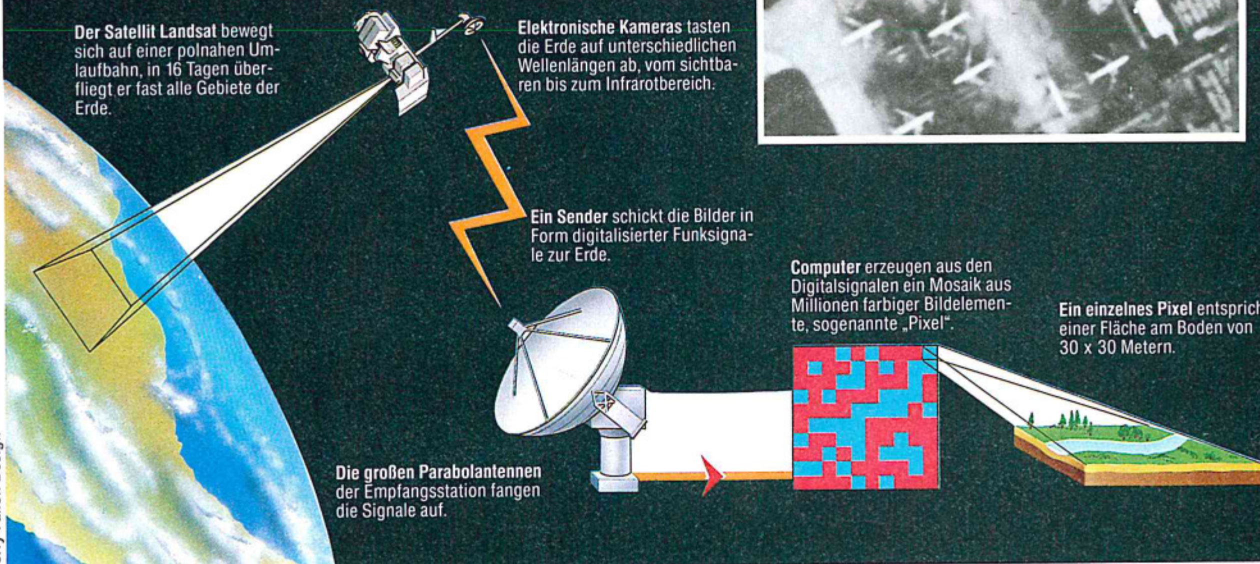
Diese Bilder wurden von Spionagesatelliten aufgenommen, die unsere Erde umkreisen und mit hochauflösenden Spezialkameras ausgerüstet sind.

Satelliten „spionieren" aber nicht nur, sie haben auch andere, für die Menschheit oft lebenswichtige Aufgaben zu erfüllen. Künstliche Himmelskörper auf


Heathrow Airport Ltd

▶ ***Satelliten können** Fotos von überraschender Genauigkeit liefern. Von oben nach unten: Bei einer Auflösung von 1100 Metern (so groß ist der kleinste erkennbare Gegenstand) ist Großbritannien in der natürlichen Farbgebung wiedergegeben. Das Bild in 30m-Auflösung ist mit einem infrarotempfindlichen Film gemacht und läßt die Nutzung der Akkerflächen und die Rollbahnen des Flughafens Heathrow bei London erkennen. In der 1m-Auflösung sind sogar die Flugzeugtypen zu unterscheiden.*

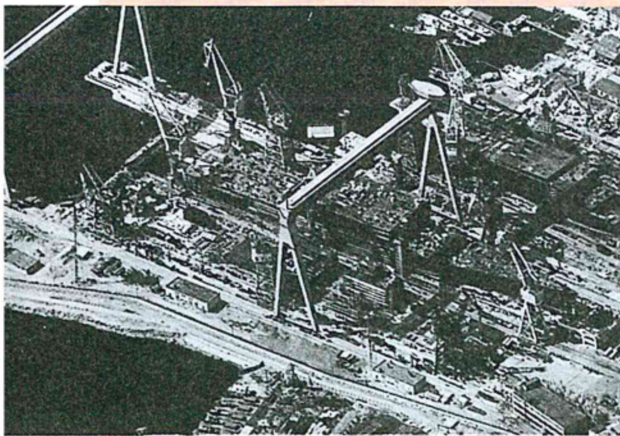
WIE LANDSAT-BILDER ENTSTEHEN



Berry Fallon Design



SPIONAGE AUS DEM WELTRAUM



Dem amerikanischen Spionagesatelliten KH-11, der dieses Foto aufgenommen hat, bleibt nur wenig verborgen. Es zeigt den atomgetriebenen 75 000-Tonnen-Flugzeugträger *Leonid Breschnew* in dem Schwarzmeer-Hafen Odessa. Obwohl das Bild wie eine Luftaufnahme aus einem Flugzeug aussieht, befand sich der Satellit zum Zeitpunkt der Aufnahme in 250 Kilometer Höhe. Seine Kameras können Details von nur 30 Zentimeter Durchmesser erfassen.

Erdumlaufbahnen überwachen das Wetter oder suchen nach Bodenschätzen. Jeder Gegenstand auf der Erde strahlt das einfallende Licht auf eine ganz besondere Art und Weise wider; dabei können einzelne Farbtöne ganz verschwinden, andere hingegen werden verstärkt zurückgestrahlt. So erscheint zum Beispiel ein Weizenfeld vom Weltraum aus anders als ein Maisfeld; Fachleute können auf Satellitenbildern sogar Erzlager erkennen.

Datenübermittlung

Satelliten sammeln Informationen mit unterschiedlichen Instrumenten, sie sind mit Foto- und Videokameras, mit Infrarotsensoren und vielen anderen Meßgeräten ausgerüstet. Video- und Fotoaufzeichnungen werden elektronisch abgetastet und die digitalen Bildsignale per Funk zur Erde gesendet. Handelt es sich um militärische Informationen, werden die Signale verschlüsselt. Eine andere „abhörsichere" Methode ist es, daß der Satellit den belichteten Film in einer Kapsel ausstößt, die eine genau berechnete Bahn zurück in die Atmosphäre einschlägt und schließlich an einem Fallschirm herabschwebt.



▲ ***Landsat-Infrarotbild*** *von New York. Der Hudson durchfließt die Stadt von Nord nach Süd. Das helle Rechteck am rechten Bildrand ist der Flughafen John F. Kennedy.*

Mit Hilfe von Computern können aus den Satellitendaten detaillierte Farbbilder hergestellt werden, auf denen Wissenschaftler etwa die Verbreitung bestimmter Pflanzenkrankheiten oder die Ausdehnung von Waldbränden erkennen können. Solche Bilder helfen auch bei der Suche nach Rohstoffen oder zeigen bei Tankerunfällen die Verteilung des Ölfilms auf dem Meer. Selbst die Wanderungen von Viehherden oder Fischschwärmen können aus dem Weltraum verfolgt werden.

Dank der Satellitenbilder kann heute rechtzeitig vor dem Herannahen von Taifunen oder Tornados gewarnt werden.

Elektronische Leuchtfeuer

Früher errechneten Seeleute ihren Kurs, indem sie ihre Position mit Hilfe der Sterne und des Sonnenstandes ermittelten. Heute dienen Navigationssatelliten als elektronisches „Leuchtfeuer", durch das Piloten und Steuerleute jederzeit exakt herausfinden können, wo sie sich gerade befinden.

Die Umlaufbahn der Navigationssatelliten ist so auf die Erdumdrehung abgestimmt, daß sie „fest verankert" immer an der gleichen Position im Himmel zu stehen scheinen. Sie senden Erkennungszeichen aus, die mit den Zeitsignalen einer Atomuhr gekoppelt sind. Sobald ein Schiff oder Flugzeug die Signale von drei Satelliten auffängt, kann der Bordcomputer in Sekundenschnelle den Standort errechnen.

Selbst kleine Segelyachten sind heute schon mit geeigneten Empfängern ausgestattet. Inzwischen werden auch für Wanderer tragbare Systeme angeboten, die kaum größer als ein Taschenrechner sind. Militärische Geräte können den Standort bis auf etwa zehn Meter genau bestimmen, die zivilen Systeme bringen es „nur" auf 20 bis 30 Meter. Seit kurzem im Angebot sind auch Navigationscomputer für Autos, die auf einem Bildschirm dem Fahrer den günstigsten Weg zum Ziel anzeigen.



FLIEGENDE FILMFÄNGER

Eine Lockheed *C-130 Hercules fängt eine Kapsel mit einem belichteten Film im Flug auf. Die Kapsel ist von einem Satelliten zurück zur Erde geschickt worden. Damit sie nicht in unzugänglichem Gebiet verlorengeht oder im Meer versinkt, wird sie am Himmel aufgefangen.*



● FLIEGENDE FERNROHRE ● RADIOASTRONOMIE ● UNSICHTBARES LICHT

TELESKOPE

AUF GALAKTISCHER SPURENSUCHE

SPIEGEL UND RADIOTELESKOPE, elektronische Empfänger, Computer und in den Weltraum entsandte Detektoren gehören heute schon zum Handwerkszeug der Astronomen. Mit ihrer Hilfe haben sie in den letzten 20 Jahren eine Vielzahl neuer und auch rätselhafter Objekte im Weltraum entdeckt.

So spürten die Wissenschaftler „tote" Himmelskörper, sogenannte Pulsare auf. Sie drehen sich mit hoher Geschwindigkeit und senden, ähnlich wie ein Leuchtturm, scharf gebündelte Radiowellen ins All. Und sie fanden gigantische Materiestrudel, die von Schwarzen Löchern angesogen werden. Um mehr über diese mysteriösen Vorgänge im All zu erfahren, war die Entwicklung neuer Instrumente notwendig, mit denen Radiowellen, Röntgenstrahlen, Infrarotlicht und andere unsichtbare Strahlungen erfaßt werden können. Aber auch die herkömmlichen Fernrohre wurden in ihrer Leistung wesentlich verbessert und machten es möglich, kollidierende Galaxien und explodierende Supersterne zu beobachten.

Die größten optischen Teleskope arbeiten mit einem gekrümmten Spiegel, der das Licht entfernter Himmelskörper sammelt und bündelt. Das Licht kann auf einen Film gerichtet werden, auf dem sich manchmal erst nach mehrstündiger Belichtung detaillierte Aufnahmen abzeichnen. Es kann aber auch mit

▼ ***Der Orionnebel,*** *eine strahlende Wolke interstellaren Gases, konnte nur durch extrem lange Belichtungszeiten mit einem Riesenteleskop sichtbar gemacht werden.*



Ronald Royer/SPL

NOCH MEHR SCHÄRFE



David Parker/SPL

Das amerikanische Multiple Mirror Telescope MMT (Mehrspiegelteleskop) in Arizona arbeitet mit sechs Spiegeln von je 1,80 Meter Durchmesser. Damit läßt sich ein Bild erreichen, das genau so gut ist wie das eines einzelnen 4,50-Meter-Spiegels. Die Spiegel verformen sich weniger als ein Großspiegel. Ihre Ausrichtung besorgt ein Computer.

John Bishop

◀ ***Das optische Teleskop*** *in New South Wales, Australien, hat den fünftgrößten Spiegelreflektor der Welt. Er arbeitet wie eine Lichtfalle. Das Licht entfernter Himmelskörper tritt oben ein und trifft am unteren Ende des Teleskopes den Hauptspiegel. Je nachdem, wie das obere Ende montiert ist, wirft er das Licht auf einen der beiden Zweitspiegel. Die Zweitspiegel reflektieren das Licht entweder durch ein Loch im Hauptspiegel oder, wie in unserem Fall, auf einen zweiten Brennpunkt, an dem Meßgeräte oder Kameras aufgestellt werden können.*

hochempfindlichen elektronischen Meßgeräten untersucht werden, die selbst geringste Lichtmengen sehr weit entfernter Objekte erfassen.

Im April 1990 startete das im Auftrag der NASA gebaute Hubble-Weltraumteleskop, das von einem Space-Shuttle auf seine Umlaufbahn in 610 km Höhe gebracht wurde. Doch das 1,6 Milliarden Dollar teure Fernrohr hat einen optischen Fehler, den man zu spät entdeckte. Trotzdem waren die ersten Aufnahmen besser als befürchtet.

Ein ganz neues „Fenster" zum All öffnete sich für die Wissenschaftler durch die Entdeckung, daß aus dem Raum auch Radiowellen zur Erde gelangen. Da die Wellenlängen im Radioband tausend- bis millionenmal größer sind als die Wellenlängen sichtbaren Lichts, müssen auch die Empfangsantennen entsprechend größer sein als der Spiegel eines Teleskops. Nur so kann eine Auflösung erzielt werden, die genügend Details erkennen läßt. Um im Radioband sendende Himmelskörper genauer zu studieren, werden die Beobachtungen weit auseinanderliegender Radioteleskope kombiniert. Oft sind dabei sogar Radioteleskope auf verschiedenen Kontinenten miteinander gekoppelt, so daß eine Riesen-Antenne entsteht.

Im Herzen der Milchstraße

Radioastronomen haben es inzwischen geschafft, sogar den geheimnisvollen Staub sichtbar zu machen, der das Herz unserer Milchstraße vor dem Blick der optischen Teleskope verbirgt.

Die meisten Strahlungsarten werden – anders als Licht und Radiowellen – durch die Atmosphäre daran gehindert, sich bis zur Erdoberfläche fortzupflanzen. Um diese kosmischen Meldungen zu entdecken und zu entschlüsseln, müssen spezielle Instrumente mit Satelliten in den Weltraum gebracht werden.

Röntgendetektoren im Weltraum haben beispielsweise kürzlich einen Blick auf extrem aktive Bereiche des Universums ermöglicht. So wurde eine überaus starke Röntgenquelle entdeckt, die den Namen Cygnus x-1 erhielt. Ursache der Strahlung ist höchstwahrscheinlich sehr stark aufgeheizte Materie, die von einem sterngroßen Schwarzen Loch aufgesogen wird – dem Überbleibsel eines explodierten Sterns.

Beobachtungen des astronomischen Infrarot-Satelliten IRAS haben den Astronomen die ersten exakten Bilder der Infrarotstrahlung im Weltall verschafft. (Infrarotstrahlung hat eine größere Wellenlänge als sichtbares Licht. Zum Infrarotbereich gehört auch die Wärmestrahlung.) IRAS fand leuchtende Materieringe, die nahegelegene Sterne wie Vega und Fomalhaut umkreisen. Einige Astronomen glauben, daß sich aus diesen Staubringen neue Planetensysteme bilden.

Kaum zu glauben

KERZENSCHIMMER . . .
DER 20 TONNEN SCHWERE 6-METER-SPIEGEL EINES DER GRÖSSTEN TELESKOPE IN RUSSLAND IST LEISTUNGSFÄHIG GENUG, UM DAS LICHT EINER EINZIGEN KERZE NOCH IN 24 000 KILOMETER ENTFERNUNG AUFZUFANGEN!



Paul Raymonde

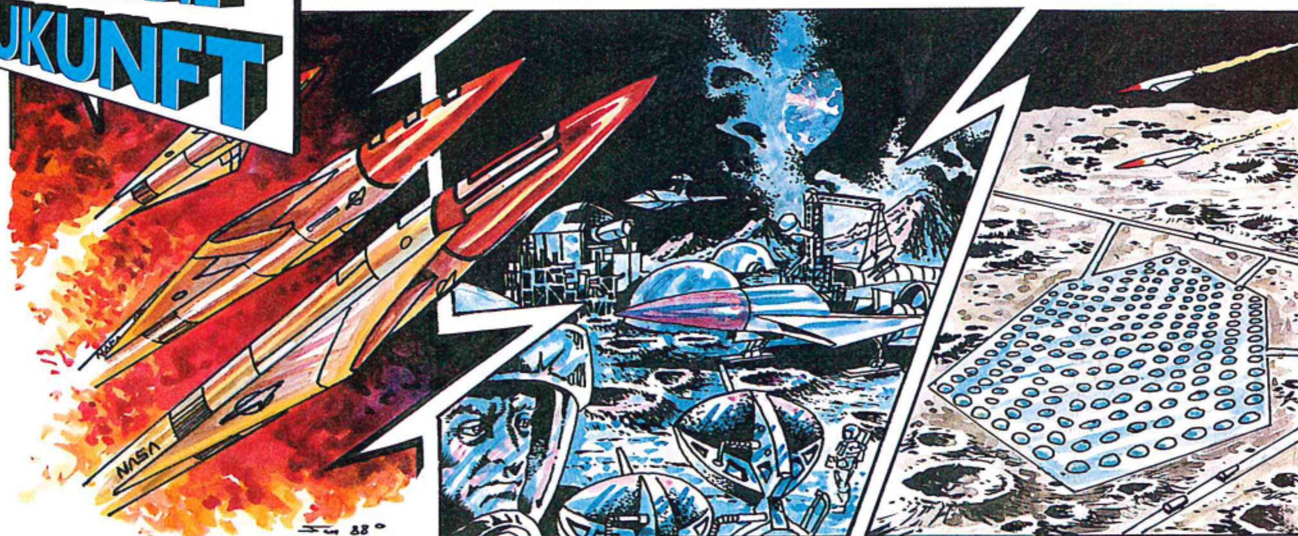


Max-Plank-Inst. für Radioastronomie/SPL

◀ **Der riesige Teller** *des deutschen Radioteleskops in Effelsberg hat einen Durchmesser von 100 Meter. Um den Winddruck zu vermindern, ist der äußere Rand aus einem luftdurchlässigen Gitterwerk. Das Radioteleskop, das größte voll bewegliche der Welt, wurde 1971 in Betrieb genommen.*

BLICK IN DIE ZUKUNFT

PROJEKT CYCLOPS



Allan Burrows

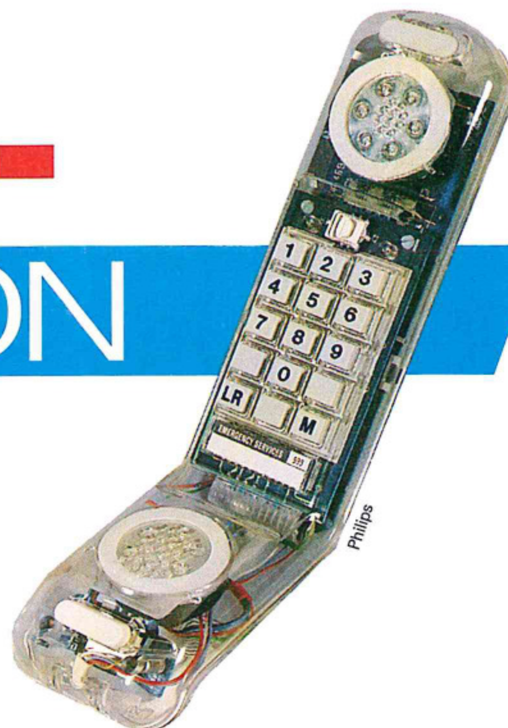
▲ *Wegen der „elektronischen Umweltverschmutzung" durch Radio- und Fernsehsignale werden Radioastronomen gezwungen sein, ihre Geräte fern der Erde einzusetzen.*

▲ *Radio-Observatorien könnten auf der Rückseite des Mondes errichtet werden, denn hier sind sie vor elektromagnetischen Störungen, die von der Erde kommen, sicher.*

▲ *Das Projekt „Cyclops" sieht ein Feld von Hunderten von Radioteleskopen vor, die tief in den Weltraum horchen und vielleicht eine fremde Zivilisation entdecken werden.*

TELEFON-REVOLUTION

● DIGITALSYSTEM ● GLASFASERKABEL
● FUNKNETZ ÜBER EUROPA



Philips

Hörer (Lautsprecher)

Mikrofon

Signallampe

Mikrochip

Sondertaste

Hebel für Gabelumschalter

Summer

Gabelumschalter

Anschluß-stecker

Flachband-kabel

Platine

Kabel

SPL

Ein zweiteiliges Telefon *(Hörer und Tischgerät getrennt) in offenem Zustand. Durch moderne Mikrochips werden Telefone heute immer kleiner, zuverlässiger und vielseitiger.*

BEI DER GUTEN, ALTEN POST findet im Augenblick eine technische Revolution statt. Das „Dampf-Telefon" von früher hat ausgedient; dem digitalen Telefonsystem gehört die Zukunft. Denn das Telefon ist künftig nicht nur zum Sprechen da.

Eigentlich sollte das große Werk schon 1993 abgeschlossen sein, doch mit der Wiedervereinigung Deutschlands war die Deutsche Telekom erst einmal für die nächsten Jahre voll ausgelastet. Sie mußte zunächst die Telefonversorgung in den neuen Bundesländern sichern, bevor sie an die digitale Vernetzung denken konnte. Heute sind jedoch in vielen Städten digitale Anschlüsse vorhanden.

Was aber ist der große Unterschied zwischen dem herkömmlichen und dem „digitalen Telefonieren"? Bisher ging das so: Wenn wir in das Telefon hineinsprechen, erzeugen unsere Stimmbänder Schallwellen, die von einem kleinen Mikrofon in der Sprechmuschel aufgefangen werden. Das Mikrofon wandelt die akustischen Wellen in elektrische um, die im Hörer des Empfängers von einem kleinen Lautsprecher wieder in akustische und so für das menschliche Ohr verständliche Schallwellen zurückverwandelt werden. Diese Übertragungstechnik wird als Analogverfahren bezeichnet, weil die elektrischen Signale den gesprochenen Schallmustern ähneln, ihnen also „analog" sind.



Holger Fölsch

***Tragbare Telefone** der jüngsten Generation können wirklich mit einer Hand gehalten werden. Um die Benutzung durch Fremde auszuschließen, muß zum Telefonieren eine persönliche Berechtigungskarte in das Gerät gesteckt werden.*

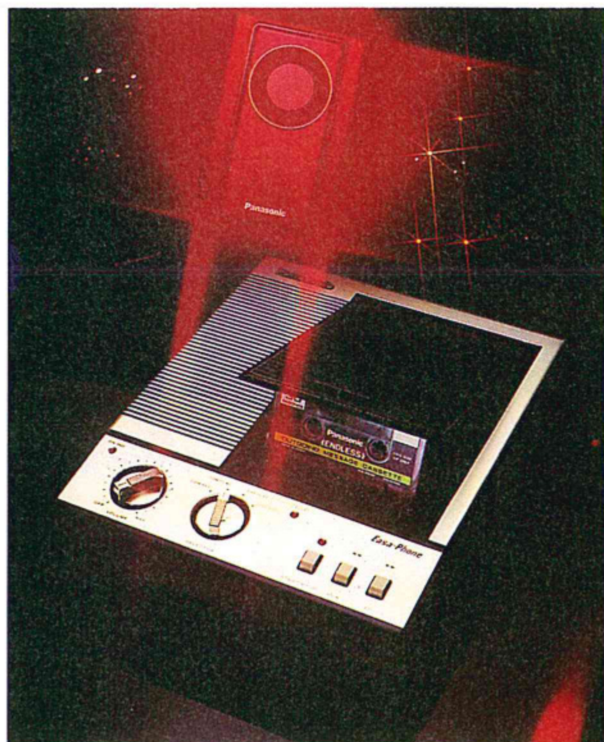




Telefocus/British Telecom

◀ ***Ein von der britischen Telefongesellschaft*** *entwickeltes Übersetzungssystem. Auf dem Computerdisplay wird zunächst ein Übersetzungsvorschlag des Computersystems angezeigt. Erst wenn der Sprecher bestätigt, daß er mit der Übersetzung einverstanden ist, wird sie weiter an seinen Gesprächspartner übermittelt.*

▶ ***Ein Anrufbeantworter*** *spielt dem Anrufer eine vorher aufgezeichnete Meldung vor. Die Nachricht des Anrufers wird auf Band aufgezeichnet. Über einen Fernabfrage-Signalgeber (oben) kann der Besitzer aufgezeichnete Nachrichten auch von unterwegs abhören.*



Jarome Yeats/SPL

Bei einem digitalen Telefon wird die Stimme zunächst wie bisher in eine elektrische Wellenform umgewandelt. Die Amplitude oder Höhe der Welle wird danach einige tausendmal pro Sekunde gemessen, woraus sich eine Folge von Zahlenwerten (Werte der momentanen Wellenamplitude) ergibt.

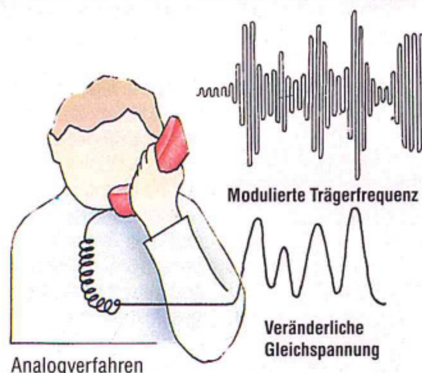
Binär am Draht

Diese Zahlenwerte werden nun in einen fortlaufenden Strom elektrischer Impulse umgewandelt — und zwar ausschließlich in Binärwerte (= aus zwei Werten bestehend). Diese „Bits" werden als Ein/Aus-Impuls (auch als 1 und 0 dargestellt) durch die Telefonleitung geschickt. Digitale Schaltungen sind im allgemeinen sehr viel zuverlässiger als Analogschaltungen, außerdem können bei einer digitalen Übertragung der Störpegel und das Leitungsrauschen wirkungsvoll unterdrückt werden.

Wichtiger aber beim digitalen Telefonsystem ist, daß jetzt Computer direkt miteinander in Verbindung treten können. Bislang mußte ein Modem (die Anschlußbox des Computers ans Netz) die digitalen Nullen und Einsen der Rechner in entsprechende Pieptöne des analogen Telefonsystems umwandeln. Der Datenaustausch beim digitalen System ist erheblich schneller, was vor allem bei den Telefax-Geräten (Fernkopierern) der nächsten Generation deutlich wird. Heute benötigt ein Telefax-Gerät zum Übertragen einer normalen Schreibmaschinenseite rund 40 Sekunden, digital schafft es das in nur noch elf Sekunden. Dieses Fernkopieren von Dokumenten, Texten oder Zeichnungen mit Hilfe des Telefons hat die herkömmlichen Fernschreiber (Telex) weitgehend verdrängt.

Für das neue Digitalsystem reichen die alten Telefonleitungen zwar aus, doch ihre Aufnahmefähigkeit ist begrenzt. Deshalb wurden viele Verbindungen in den letzten Jahren erneuert, wobei sie gegen Kupfer-Koaxialkabel ausgetauscht wurden. Sie können wesentlich mehr „Gespräche" gleichzeitig weiterleiten, dennoch stieß dieser sehr teure Kabelaustausch, mit dem in den siebziger Jahren begonnen wurde, auf viel Kritik. Denn damals schon standen

VERGLEICH VON ANALOG- UND DIGITALSIGNALEN

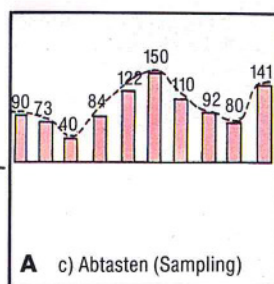


Analogverfahren

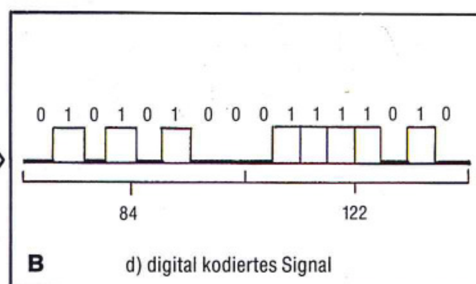
Heute arbeiten die meisten Telefone noch mit Analogsignalen. Die vom Telefon zur Fernsprechvermittlung geleiteten Signale bestehen aus einer veränderlichen Gleichspannung. In der Vermittlung können die Signale zur Modulierung eines hochfrequenten Wechselspannungs-Trägersignals genutzt werden. Dies ist wirtschaftlich, da auf diese Weise mehrere Trägerwellen durch ein einziges Kabel weitergeleitet werden können. In modernen Digitalsystemen wird das Tonsignal dagegen 8000mal pro Sekunde abgetastet (Sampling). Dabei wird jedesmal die Stärke (Amplitude) gemessen und als Wert zwischen 0 und 255 ausgedrückt. Diese Meßwerte werden als Zahlenwert digital, also mit den Ziffern 0 und 1 kodiert und über die Leitung weitertransportiert. Die 1 wird dabei durch einen Impuls, die 0 durch keinen Impuls dargestellt. Auf der Empfängerseite erfolgt dann eine Rückumwandlung zum Analogsignal.



Digitalverfahren



A c) Abtasten (Sampling)

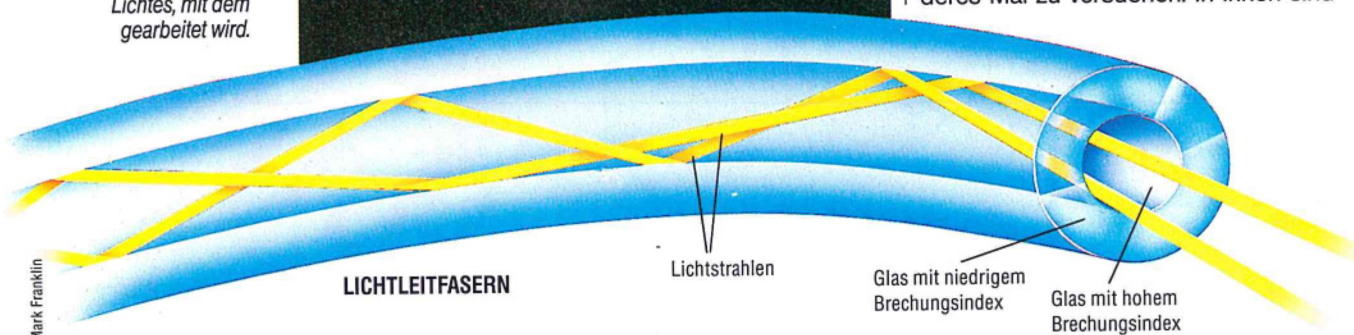


B d) digital kodiertes Signal

▶ ***Haarfeine** optische Fasern können mehrere tausend Telefongespräche gleichzeitig übertragen. Das in den Fasern übertragene Licht wird als heller Punkt am Ende der Faserbündel sichtbar.*



▼ ***Lichtwellen** werden an der Grenzschicht zwischen dem Kern und dem umgebenden Glasmantel total reflektiert. Normalerweise hat der Kern einen Durchmesser von ca. 1/20 mm, kann aber auch nur 1/1000 mm dick sein – entscheidend hierfür ist die Wellenlänge des Lichtes, mit dem gearbeitet wird.*



schiffe, die in vielen Häfen vor sich hinrosten, bald wieder Arbeit bekommen.

Dank Digitalsystem und Glasfaser ähnelt das Telefon der Zukunft eher einem kleinen Computer als dem simplen Fernsprechapparat. Viele Telefone besitzen heute schon elektronische Speicher, in denen häufig benutzte Nummern abgelegt werden können. Sie ermöglichen eine automatische Wiederwahl bei besetzter Leitung und können ein ankommendes Gespräch zu einem anderen Anschluß durchstellen, wenn gerade niemand zu Hause ist.

Eine andere Funktion zeigt durch einen „Aufmerksamkeitston" während eines Gespräches an, daß ein anderer Anrufer bereits in der Leitung wartet. Moderne Telefone können auch so streng wie eine Vorzimmerdame sein: sie klingeln nur, wenn Freunde anrufen, Fremde werden vom Telefon gebeten, es ein anderes Mal zu versuchen. In ihnen sind nämlich die Rufnummern der erwünschten Gesprächspartner gespeichert, und da in Zukunft die Nummer des Anrufers gleich kodiert mitgeschickt wird, „weiß" das Gerät, wer am anderen Ende ist.

Telefone haben die unangenehme Eigenschaft, gerade dann zu klingeln, wenn man in der Badewanne sitzt oder im Garten arbeitet. Deshalb haben drahtlose Telefone, kaum daß sie auf dem Markt angeboten wurden, sofort viele Interessenten gefunden. Sie arbei-

die wesentlich leistungsfähigeren Glasfaserkabel zur Verfügung.

Leuchtzeichen

In den Glasfaserkabeln werden die Signale nicht in Form elektrischer Wellen, sondern als winzige Lichtimpulse transportiert. Ein optisches Glasfaserkabel, das nicht dicker als ein Finger ist, kann gleichzeitig bis zu 10 000 Telefongespräche übertragen – das ist eine größere Kapazität, als sie ein armdickes Kupferkabel hat. Dabei wird jedes Telefongespräch in Lichtimpulse umgewandelt. Ein Laserchip oder eine Leuchtdiode (LED) erzeugen diese Lichtimpulse, die dann das Kabel durchwandern und am anderen Ende wieder in elektrische Wellen zurückverwandelt werden.

Die um 1960 entwickelten optischen Fasern lassen sich genau wie normaler Draht aufwickeln, biegen oder verdrehen. Jede Faser hat als Lichtleiter einen Kern aus sehr reinem Glas, der von einem Mantel aus einer anderen Glassorte umgeben ist, in dem das Licht sich fortpflanzt. Das Licht kann den Kern seitlich nicht verlassen, da es an der Grenzschicht zum Mantel immer wieder zurückgespiegelt wird. Ein über Glasfaser transportiertes Telefongespräch wird nicht von elektrischen Feldern gestört. Noch wichtiger ist jedoch die Datensicherheit, weil sich ein als Lichtimpulskette übertragener Datenstrom nur sehr schwer abhören oder vielmehr „einsehen" läßt.

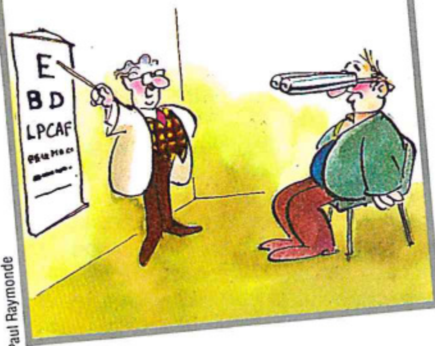
Auch das interkontinentale Fernsprechnetz wird ausgebaut und modernisiert. Zwar wurden in den letzten Jahren neue oder zusätzliche Unterseekabel von Kontinent zu Kontinent verlegt, doch übernehmen mehr und mehr Nachrichtensatelliten diese Aufgaben. Aber auch diese Ära scheint sich schon wieder ihrem Ende zuzuneigen.

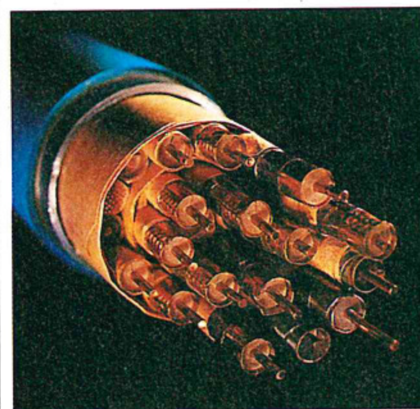
Satelliten in den Weltraum zu schießen, ist nicht gerade billig. Ihre Leistungsfähigkeit wie auch ihre Lebensdauer sind begrenzt. Deshalb können sie nur schwer gegen die wesentlich billigeren Glasfaserkabel konkurrieren. Und natürlich kann ein Glasfaserkabel gleichzeitig wesentlich mehr Telefongespräche, Fernsehsendungen und Dateninformationen übertragen als ein Satellit. Deshalb werden die Kabelleger-

Kaum zu glauben

GLASKLAR

LICHTLEITFASERN BESTEHEN AUS SO REINEM GLAS, DASS MAN NOCH DURCH EINE SCHICHT VON 35 KM STÄRKE PROBLEMLOS HINDURCHSCHAUEN KÖNNTE.





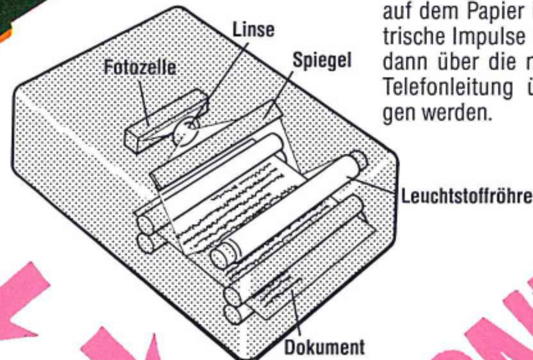
▲ ***Koaxialkabel** übertragen mit hochfrequenten Trägersignalen Tausende von Telefongesprächen. Jedes besteht aus einem Kupfer-Mittelleiter, der isoliert und außen von einem Kupfergeflecht umgeben ist. Alle paar Kilometer werden die Signale von Zwischenverstärkern auf die ursprüngliche Stärke gebracht.*

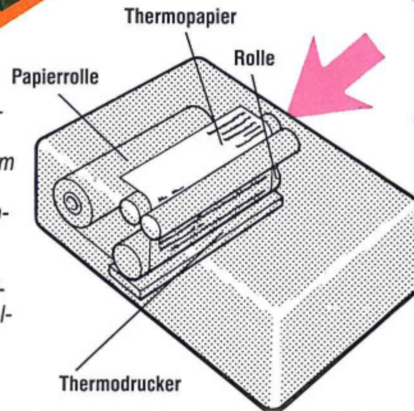




FAKTEN ÜBER FAX

Fax-Geräte sind heute im Geschäftsleben so selbstverständlich wie Telefon. Zum Übertragen wird das Dokument durch das Gerät geführt und zeilenweise beleuchtet. Das zurückgeworfene Licht fängt eine Fotozelle auf und wandelt die dunklen und hellen Stellen auf dem Papier in elektrische Impulse um, die dann über die normale Telefonleitung übertragen werden.





Fax ist eine Abkürzung für Faksimile, also eine Nachbildung, die in Größe und Ausführung mit dem Original übereinstimmt. Telefax-Geräte sind Fernkopierer, die einfach ans Telefon angeschlossen werden. Im Gegensatz zu Fernschreibern benötigen sie kein eigenes Leitungsnetz oder Spezialanschlüsse. Inzwischen gibt es Geräte, die auch über das Autotelefon arbeiten.

ten mit einer Feststation, die an jedem beliebigen Punkt im Haus oder in der Wohnung eingebaut werden kann. Allerdings ist ihre Reichweite auf etwa 50 bis 100 Meter begrenzt.

Drahtlos verbunden

Für einen Arzt, der auch auf dem Weg zu seinen Patienten erreichbar sein möchte oder einen Geschäftsmann, der während langer Autofahrten einige Anrufe erledigen möchte, reicht das natürlich nicht aus. Schon 1950 wurde deshalb in der Bundesrepublik Deutschland begonnen, ein Funknetz aufzubauen. Allerdings war es nur auf einige Städte begrenzt und benutzte für die jeweiligen Aufgaben wie Hafen-, Zug- oder Autostraßenfunk unterschiedliche Frequenzen. Erst ab 1957 gab es dann ein einheitliches, öffentliches Funktelefonnetz. Doch die Geräte waren nicht nur sehr teuer, sondern auch unhandlich und nicht in allen Gebieten einsetzbar.

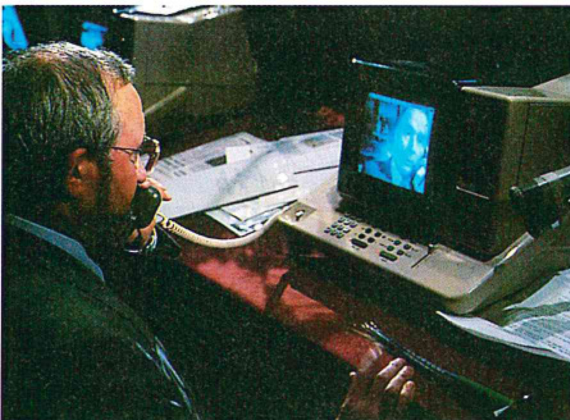
Funktelefone, entweder fest im Auto eingebaut oder als tragbares Mobilfunkgerät, haben nur eine recht schwache Sendeleistung und somit eine begrenzte Reichweite. Sie sind deshalb auf Basisstationen angewiesen, meist in Richtfunktürmen untergebracht, die als Verstärker der Signale dienen. Eine solche Basisstation kann je nach Geländeart und der Dichte der Bebauung ein Gebiet mit einem Durchmesser von etwa 60 Kilometer versorgen. Im Bereich einer Großstadt mit vielen hohen Gebäuden oder in sehr gebirgiger Umgebung gibt es allerdings viele Schattengebiete, in denen keine Funkverbindung zur Basisstation hergestellt werden kann. Deshalb werden dort zusätzliche Sender benutzt, diese Gebiete bezeichnet die Post als Kleinzellen.

Damit ein Mobilfunkteilnehmer, der irgendwo im Lande herumfährt, jederzeit erreichbar ist, muß ständig Kontakt zu ihm gehalten werden. Wird das Mobiltelefon eingeschaltet, mißt es automatisch die Entfernung und Sendestärke aller im Umkreis befindlichen Basisstationen und wählt die günstigste aus. Dort meldet es sich an und wird in der Datei registriert. Automatisch wird diese Standortmeldung auch an den Heimatort des Funkteilnehmers gemeldet. Geht ein Anruf für ihn ein, wird das Gespräch automatisch an die betreffende Basisstation weitervermittelt und von dort an den Teilnehmer übertragen.

Europaweit mobil

Das Mobiltelefon prüft in regelmäßigen Zeitabständen immer wieder, wie gut die Basisstation, bei der es sich angemeldet hat, im Vergleich zu benachbarten Stationen zu empfangen ist. Stellt es fest, daß es in eine andere Funkzone eingedrungen ist, da hier die Meßsignale schneller und stärker empfangen werden, schaltet es auf die Frequenz der neuen Basisstation um und meldet sich dort an.

Mitte 1993 gab es in Deutschland rund eine Million Teilnehmer im Mobilfunknetz. Natürlich reichte das ursprüngliche C-Netz nicht mehr, und die digitalen Netze D1 und D2 wurden bis Ende 1993 zumindest in den Gebieten der Großstädte und entlang der Autobahnen ausgebaut. Außerdem wurde bereits mit dem Ausbau des E1-Netzes begonnen, das vor allem für private Benutzer gedacht ist und in der Benutzung billiger sein soll. Wichtigster Vorteil der digitalen D- und E-Netze: In Zukunft wird jeder Teilnehmer überall in Europa erreichbar sein, auch wenn man nicht weiß, in welchem Land Europas er sich im Augenblick aufhält.



◀ ***Seit den frühen** 60er Jahren arbeiten die Wissenschaftler bereits an der Entwicklung des Bildschirmtelefons. Obwohl die technischen Hindernisse inzwischen bewältigt sind, bleibt das Bildschirmtelefon für jedermann aus Kostengründen noch Zukunftsmusik.*

Allen Green/SPL

HACKER IM SYSTEM

● VIREN ● CRACKER ● DATENDIEBE

Auch die NASA blieb nicht vor Hackern verschont, die sich in den internationalen Datennetzen tummeln. Mittlerweile kursieren in der Szene Gerüchte über Superhacker, die mit dem Heimcomputer die Umlaufbahnen von Satelliten verändern können.

IRGENDWO IN DEUTSCHLAND, tief in der Nacht; durch ein Dachfenster schimmert das geisterhafte grüne Licht eines Computerbildschirms. Auf dem Monitor erscheinen rätselhafte Zifferncodes, Systemmeldungen und plötzlich die Worte „Welcome to the NASA-Headquarters VAX-Installation. You are on the Castor-VAX utilizing VMS 4.5."

Der „Hacker" hat es geschafft; über Heimcomputer und Telefon ist er in den Großrechner der amerikanischen Weltraumbehörde eingedrungen; das System hat ihn als zugangsberechtigten „User" akzeptiert und seine elektronischen Tresortüren weit geöffnet. Mit einfachen Befehlscodes kann der illegale „Gast" nun im Computer Daten abrufen, geheime Berichte lesen und sogar Programme verändern. Der NASA-Computer ist dem digitalen Dieb, der seinen Heimcomputer als Dietrich benutzt, hilflos ausgeliefert.

Diese Szene stammt nicht aus einem Science-Fiction-Film, sie gehört zur Wirklichkeit des elektronischen Zeitalters: Täglich tummeln sich Datenreisende, Hacker und Cracker in den weltumspannenden Computernetzen, getrieben von Neugier, Sendungsbewußtsein oder krimineller Energie.

Die Tricks der Datensurfer

Die technischen Voraussetzungen für Trips in den Informationsdschungel sind dabei denkbar einfach und beinahe vom Taschengeld zu bezahlen: Ein Rechner – das kann auch ein simpler Heimcomputer sein – wird über ein Spezialgerät an das Telefonnetz angeschlossen. Dabei kann es sich um einen einfachen und preiswerten Akustikkoppler handeln, der die Daten des Computers in Töne übersetzt, oder um ein technisch hochwertiges sogenanntes Modem, bei dem eine direkte elektronische Verbindung zwischen Computer und Telefonnetz hergestellt wird.

Dann braucht der angehende „Datensurfer" – so nennen sich manche Hacker selber – nur noch ein paar einschlägige Telefonnummern, die auf dem schwarzen Markt der Telekommunikation ohnehin im Umlauf sind – und vor allem die dazugehörigen Paßwörter.

Diese Paßwörter, man nennt sie auch ID's oder Benutzerkennungen, sind das Sesam-öffne-Dich für die elektronischen Netze. Um Computersysteme und Datenbanken gegen illegales Eindringen zu sichern, erhält nämlich jeder legale Benutzer ein Paßwort zugeteilt; wenn er sich jetzt von unterwegs oder von zu Hause ins System „einloggt", also seinen Computer anschließt, die Nummer des Firmenrechners wählt und die Verbindung herstellt, fragt ihn dieser Rechner aus Sicherheitsgründen erst einmal nach seinem Namen.

Sesam öffne dich

Auf dem Bildschirm erscheint: „Willkommen im Rechner der Firma Datentraum; bitte geben Sie ihren Namen ein!" Der zugangsberechtigte Benutzer tippt: „Dr. Binder". Der Computer antwortet: „Vielen Dank Dr. Binder. Bitte geben Sie Ihr



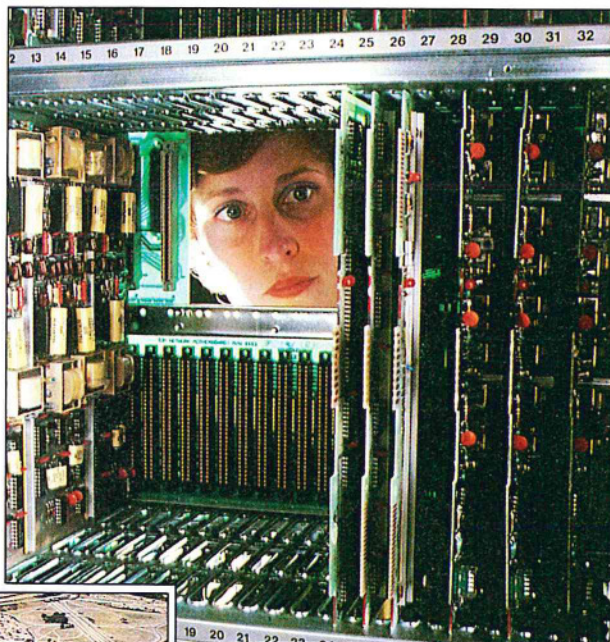
Paßwort ein." Wenn Dr. Binder jetzt nicht innerhalb von drei Versuchen sein nur ihm bekanntes Paßwort eingibt, das übrigens als Schutz gegen neugierige Augen auch beim Eintippen nicht auf seinem Bildschirm erscheint, erhält er die lakonische Meldung: „Paßwort nicht akzeptiert; Verbindung wird getrennt!", und der Firmencomputer „hängt den Hörer auf".

Ohne Paßwort geht also gar nichts; selbst der geschickteste Hacker bleibt draußen vor der Tür. Wie erhält man aber nun als Computerpirat die „Zauberwörter", die das Stöbern in Daten und Netzen erst möglich machen? Noch vor wenigen Jahren genügte es häufig herauszufinden, wie Tochter oder Ehefrau eines legalen Benutzers mit Vornamen hießen; den tippte man dann ein und war ein anerkannter „User".

Trojanische Pferde

Computermessen und Vorführungen waren ebenfalls ergiebige Quellen für Hacker. Die ersten in Deutschland kursierenden Zugangspaßwörter gehörten dem Messepersonal eines großen Herstellers, das sie begeistert benutzte, um die Netzwerkfähigkeiten der eigenen Rechner vor sachkundigem Publikum zu demonstrieren. Natürlich tauchten die Paßworte nicht auf den Computerbildschirmen auf; aber niemand hinderte die Hacker schließlich daran, dem Operator beim Einloggen auf die Finger und auf die Tastatur zu sehen ... Heute müssen sich die Hacker erheblich mehr einfallen lassen.

Ein neuer Trick zum „Abgreifen" von Paßwörtern stellen Computerprogramme, sogenannte „trojanische Pferde", dar, die in einen Großrechner geschmuggelt werden und dort unbemerkt und ganz automatisch Paßwörter sammeln: Jedesmal, wenn sich ein berechtigter Nutzer ins System schaltet,



►Je mehr wir weltweit *von Computern abhängig werden, desto mehr wächst auch die Sorge der Fachleute über die Anfälligkeit der elektronischen Gehirne und ihrer weltweiten Netze für Pannen und Sabotage.*

Dick Luria/SPL



▼Auch die Computer *des Pentagon sind nicht sicher vor den Datendieben. Wenn es um sensible Informationen geht, schützen sich die Rechner allerdings durch eine „Call-back"-Funktion: Erst wenn die Identität eines Benutzers durch Rückruf bestätigt ist, wird der Rechner „aufgemacht".*

Frank Spooner Pictures

registriert das trojanische Pferd sein Paßwort und seine Identität und legt diese Daten in einer versteckten Datei ab, zu der nur der Hacker Zugang hat. Ein weiteres Programm installiert jedesmal, wenn ein anderer Rechner irgendwo in der Welt Kontakt mit dem „infizierten" Computer hat, heimlich in diesem Computer das gleiche trojanische Pferd.

Hacker haben die Computer des Pentagon geknackt und sich in den Datenbanken von Atomlaboratorien umgesehen. Krankenhausrechner waren ihnen ebensowenig heilig wie Luftwaffenbasen oder Universitätscomputer. Damit wird deutlich, daß die Datenreisenden eine potentielle Gefahr von kaum einzuschätzendem Ausmaß darstellen.

Was treibt die Hacker dazu, weltweit in Datennetze einzudringen? Viele von ihnen sind einfach nur neugierig oder fasziniert von der Möglichkeit, über Bildschirm und Telefon mit Großcomputern in der ganzen Welt zu „spielen"; andere wollen beweisen, daß die Datennetze, von denen wir alle mehr und mehr abhängen, nicht genügend gesichert sind, zu anfällig sind gegen Kriminalität und Terrorismus.

Bankraub mit Bits

Der Hamburger Chaos-Computer-Club bewies dies eindrucksvoll, als er innerhalb einer Nacht mit einem simplen Computerprogramm 135 000 DM an BTX-Gebühren aufs eigene Konto überweisen ließ — ein klassischer „Hack", der auf Softwarefehler im BTX-Service der Post hinweisen sollte. Das Geld wurde am nächsten Tag zurückgegeben. Andere Computerknacker sind weniger ehrlich. Weltweit häufen sich Berichte über Straftaten, die ohne Strumpfmaske und Schweißbrenner in der Geborgenheit des eigenen Heims begangen wurden. Ein typischer Fall: Mit einem Anruf, der ein Programm in den Rechner einer großen amerikanischen Bank einschmuggelte, ergaunerte sich ein kalifornischer Programmierer zehn Millionen Dollar. Sein Trick: Das Programm verlangsamte den Transfer der gewaltigen Geldmengen, die die Bank umsetzte; die dabei anfallenden Zinsen ließ er sich auf sein eigenes Konto überweisen. Und auch die Geheimdienste in Ost und West haben die Szene der „Datenreisenden" entdeckt: Anfang 1989 wurden einige deutsche Hacker verhaftet, weil sie angeblich für den russischen KGB gehackt haben. Vielleicht sollte sich auch James Bond baldmöglichst einen Heimcomputer anschaffen ...

COMPUTERVIREN

Die gefährlichste Spezies des internationalen Hackers ist der Virusprogrammierer, der aus Frust über seinen Arbeitgeber, krimineller Energie oder falsch verstandenem Humor sogenannte „Viren" in Computer schleust, die sich im Rechner selbst vermehren und ihn infizieren. Computerviren haben weltweit schon ganze Datennetze lahmgelegt. So tauchte kurz vor Weihnachten 1987 plötzlich auf den Monitoren der weltweiten Datenetze ein Christbaum auf; innerhalb von 24 Stunden hatte sich dieser elektronische „Kettenbrief" einmal um die Welt kopiert. Ein anderes Virus, bei dem auf dem PC-Bildschirm „Gotcha" erscheint (Gotcha: amerikanisch für „Hab dich erwischt"), stammt aus einem Computershop in Pakistan, in dem sich amerikanische Rucksackreisende mit Raubkopien eindeckten. Bei infizierten Rechnern hilft nur die „Totaloperation": Austausch sämtliche Programme.



David Parker/SPL

Tony Craddock/SPL

● ERDWOHNUNGEN ● GLASKUPPELN ● SCHWEBENDE STÄDTE

BAUTEN FÜR DIE ZUKUNFT

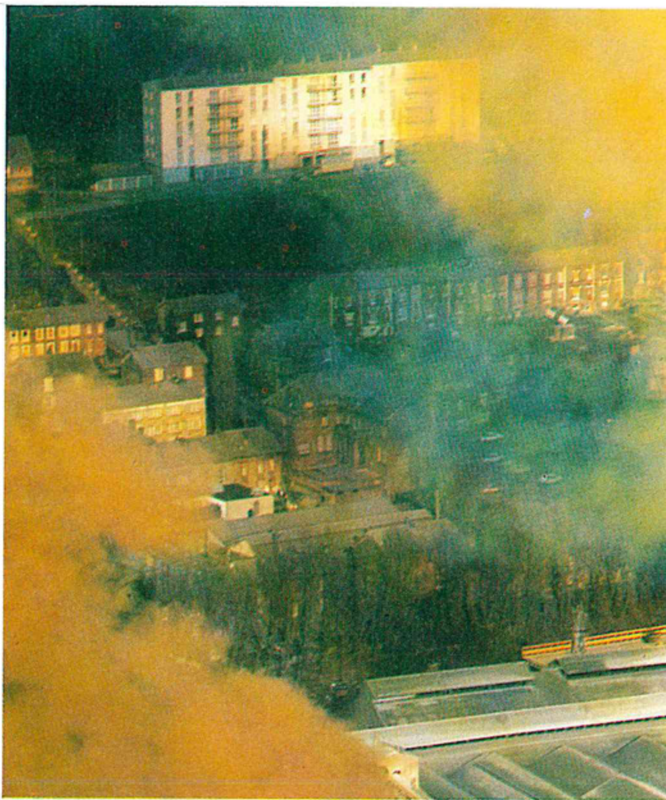
WIE WERDEN DIE MENSCHEN im nächsten Jahrtausend leben und wohnen? Verkriechen sie sich wie unsere Vorfahren in Höhlen, atmen sie reine Luft unter künstlichen Plastikhimmeln, oder schweben die Städte der Zukunft über der Erde?

Wenn wir versuchen, uns die Zukunft des Wohnens vorzustellen, dann wissen wir nur eins mit Sicherheit: Die Häuser und Städte werden sich völlig von denen unterscheiden, in denen wir heute leben.

Gebäude, die in dem kommenden Jahrtausend errichtet werden, müssen zum Beispiel viel energiesparender ent-

▲ ***Das Gebäude von Lloyd's** in London. Dieser phantastische Wolkenkratzer aus Glas und Aluminium hat Platz für 6000 Mitarbeiter. 14 Stockwerke, die um ein zentrales Atrium (Innenhof) gebaut sind, bieten den Menschen, die darin arbeiten, eine angenehme Atmosphäre.*





Allain Mingam/Gamma/Frank Spooner Pictures

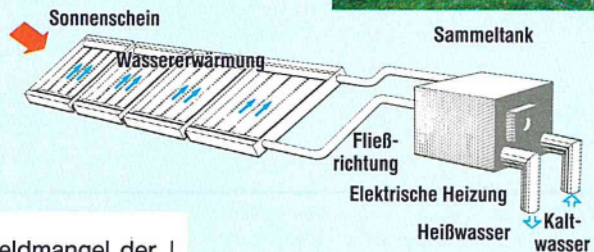
◀ *Dichter brauner Smog liegt über der Stadt. Er kann Bronchitis, Augenentzündungen und schwere Atemnot auslösen. Aber Industrieabgase machen nicht nur die Menschen krank, langfristig schädigen sie die gesamte Umwelt.*



Rex Features

SONNENENERGIE

Ein Solarkollektor heizt Wasser mit Hilfe der Sonnenkraft auf. Durch die Erwärmung steigt das heiße Wasser hoch und zieht kaltes in die Kollektoren nach.



Da die Kollektoren aus Spezialglas bestehen, können sie sehr heiß werden. Während das Wasser durch die Kollektoren strömt, wird es erwärmt. Das Heißwasser fließt in einen Sammeltank, wo es bis zum Verbrauch dank einer kleinen Heizung die Temperatur beibehält. Heutige Kollektoren können allerdings nur 55 Prozent der Sonnenenergie in Wärme umwandeln.

worfen sein als die heutigen. Kohle-, Gas- und Ölvorräte gehen im nächsten Jahrhundert zu Ende. Und die explosionsartig wachsende Weltbevölkerung läßt die geringen Energievorräte noch schneller schwinden.

Leben im Untergrund

Das Anwachsen der Großstädte zu gigantischen Stadtlandschaften bringt Probleme ganz anderer Art mit sich: Übervölkerung, Verkehrschaos, Umweltverschmutzung und Kriminalität werden das Bild der Städte wandeln.

Die Stadt der Zukunft sieht – zumindest wie es sich die Planer vorstellen – sehr freundlich aus: große Parkflächen mit Sportplätzen, autofreie Einkaufszonen für Fußgänger und Radfahrer, und Häuser, die ebenso angenehm anzusehen wie zu bewohnen sind. Die Wirklichkeit wird wahrscheinlich nicht so rosig sein. Der chronische Geldmangel der Kommunen, ein lawinenartig wachsendes Verkehrschaos und zunehmende Umweltprobleme werden dafür sorgen, daß die Städte von morgen nur wenig Ähnlichkeit mit den Träumen der heutigen Stadtplaner haben.

Die schweren Probleme, die wir heute schon haben, brachten Architekten und Städteplaner auf ungewöhnliche Ideen; einige davon sind schon verwirklicht worden.

Häuser unter der Erdoberfläche sind in manchen Ländern, wie zum Beispiel den USA, schon heute recht beliebt. Sie nutzen die hervorragende Isolierfähigkeit des Erdreichs: Nur drei Meter unter der Erdoberfläche beträgt die Temperatur ständig zwischen 10 und 20 Grad Celsius, ganz egal, wie das Wetter „oben" ist. Da nur wenig Hitze durch die Wände verloren geht, läßt sich ein Untergrundhaus im Winter leicht warm halten; im Sommer bleibt es selbst an den heissesten Tagen angenehm kühl.

Visionen der Zukunft

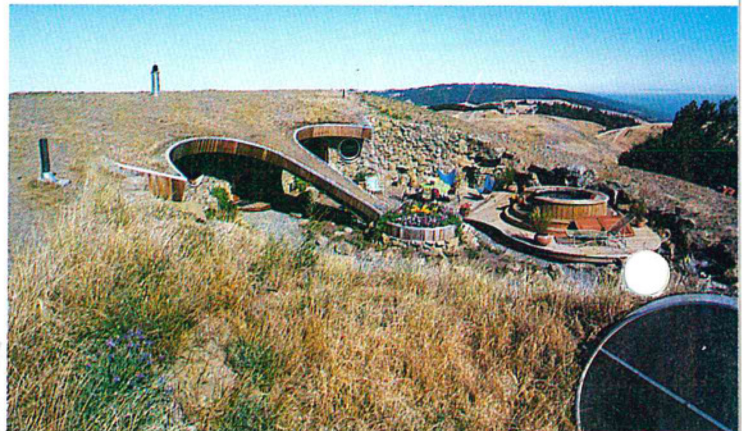
Unterirdische Häuser haben noch einen weiteren Vorteil: Sie stören das Landschaftsbild nicht. Meistens sieht man an der Oberfläche nur wenig von einem Höhlenhaus; deshalb könnte man auf diese Weise ausgedehnte Siedlungen errichten, ohne daß ein neuer „Betondschungel" entsteht.

Der Architekt Paolo Soleri hat viele Jahre in der Wüste von Arizona verbracht, um seine Ideen über Arcosanti, die Stadt der Zukunft, zu verwirklichen. Seit 1970 sind Tausende von Studenten und Freiwilligen in Arcosanti gewesen, um an Soleris Projekt mitzuarbeiten, das auf einer einzigen Grundidee beruht: Eine Stadt in nur einem Gebäude zu erschaffen. Soleri nennt seine Stadt eine „Arkologie"; dieses Wort steht für eine Mischung aus Architektur und Ökologie (Wechselbeziehung zwischen Lebewesen und Umwelt). Sein Ziel ist es, eine



Paul Raymonde

▶ ***Dieses unterirdische** Haus ist unauffällig in einen Abhang hineingebaut. Im Vordergrund erkennt man einen Solarkollektor. Unterirdische Häuser können in jeder Größe „errichtet" werden, ohne die Landschaft zu verschandeln. Durch den Erdboden über ihren Dächern sind sie auf natürliche Weise perfekt isoliert. Häuser wie dieses sind zwar ungewöhnlich; in den Vereinigten Staaten werden sie aber immer beliebter.*



Esto

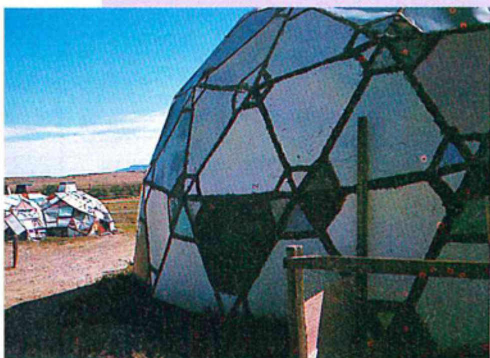
Stadt zu erschaffen, in der Tausende von Menschen ohne den Streß leben und arbeiten können, der in einer „normalen" Metropole zwangsläufig entsteht. Bis jetzt ist nur ein Bruchteil von Arcosanti tatsächlich fertiggestellt; Soleri aber hat seine Vision der künftigen Städte dadurch, daß die Baustelle immer wieder Besucher anzieht, weltweit zum Diskussionsgegenstand gemacht.

Leben unter Glas

Ein Zukunftsentwurf, der von Soleris Vision weit entfernt ist, entstand im Kopf des berühmten amerikanischen Architekten Buckminster Fuller. Sein Vorschlag: Man stülpe eine riesige Käseglocke über eine Stadt. Die durchsichtige Kuppel ist aus zusammenhängenden Dreiecken zusammengesetzt. Bei dieser Bauweise benötigt man keine Pfeiler oder Träger, so daß die Kuppel praktisch jede beliebige Größe haben könnte. Geschützt durch ihren durchsichtigen Plastikdom haben die Einwohner der Stadt nie unter schlechtem Wetter zu leiden. An heißen Tagen verdunkelt sich die Kuppel, so wie es bei manchen Sonnenbrillen geschieht, um die Stadt vor zu viel Wärmeeinstrahlung zu schützen. Im Winter bliebe der Plastikschutz hell, um möglichst viel Sonnenwärme durchzulassen.

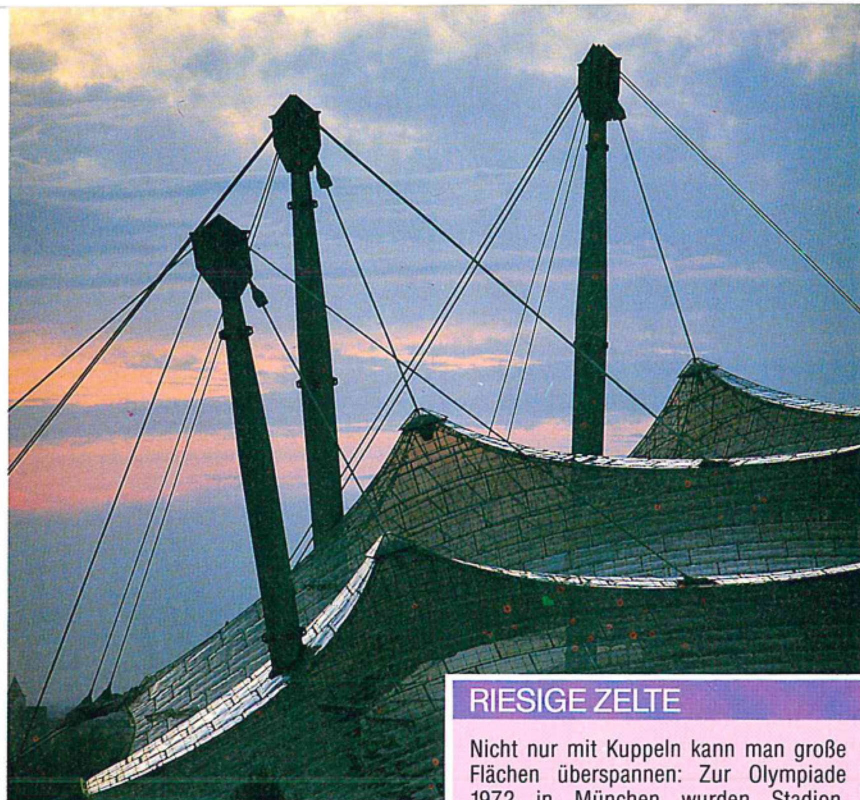
Von Kuppeln geschützte Städte lassen sich praktisch überall auf der Erde errichten, an den eisigen Polen ebenso wie in heißen Wüsten. Wie lebensfeindlich die Bedingungen außerhalb des Gewölbes auch immer wären — unter seiner schützenden Kuppel könnten die

KUPPELSTADT



Hutchinson Library

Selbsttragende Kuppeln, die ohne Pfeiler und Streben auskommen, werden schon heute als Ausstellungshallen und als Häuser in entlegenen Gebieten genutzt. Sie sind leicht zu errichten, stabil und in ihrem Inneren luftig und hell.
Diese Kuppeln in der Wüste von Arizona haben spiegelnde Oberfächen, um die Sonne zu reflektieren, und Kamine, die einen ständigen kühlen Luftzug garantieren. Ihre gedrungene Form ist ein guter Schutz gegen die häufigen Tornados und Sandstürme, die über die Wüste fegen. Einige Architekten planen, ganze Städte mit Kuppeln zu überdecken.



ZEFA

RIESIGE ZELTE

Nicht nur mit Kuppeln kann man große Flächen überspannen: Zur Olympiade 1972 in München wurden Stadion, Schwimm- und Sporthalle mit einer gewaltigen Zeltkonstruktion überdacht. Das 74 800 qm große Zeltdach besteht aus 8 300 Acrylplatten, die in ein Seilnetz eingesetzt sind. Stahltrossen mit einer Gesamtlänge von 436 km und mit 129 000 Knoten halten das Netz. Sie sind an 48 Masten mit einer Länge von 50 bis 80 Metern aufgehängt, die die auftretenden Zug- und Druckbelastungen, die bis 5 000 Tonnen betragen können, in 134 Betonfundamente ableiten. An überspannter Fläche wird das Zeltdach nur von der Messehalle in Hannover (75 000 qm) übertroffen.
In Afrika und Arabien, wo viele Nomaden bis heute in Zelten leben, gehört diese Behausung zum kulturellen Erbe und ist deshalb auch in den Formen der Architektur lebendig, so im Flughafen von Riad (links), der Hauptstadt Saudi-Arabiens. Der An- und Abflughafen der moslemischen Pilger in Dschidda ist sogar mit Zeltdächern gewaltigen Ausmaßes überspannt. Das sorgt für angenehme Kühle im Inneren.

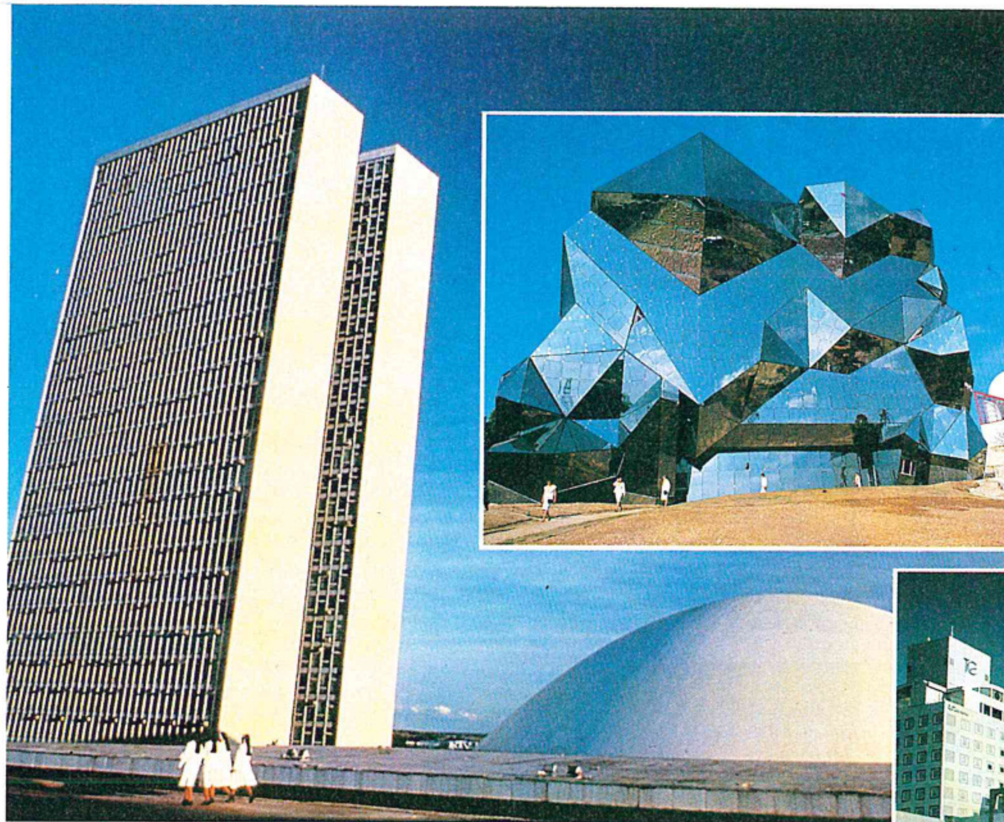
Hutchinson Library

▼ ***Arcosanti,*** *die Stadt in der Wüste von Arizona, im Bau. Diese „Stadt der Zukunft" wurde von dem Architekten Paolo Soleri Ende der sechziger Jahre entworfen, und seither wird daran gebaut. Nur wenige Unverdrossene sind der Idee treu geblieben und leben in Arcosanti, aber die Touristen kommen in Massen, um die ewige Baustelle und die Ausstellungen zu besuchen.*



Cosanti Foundation





Rex Features/Gamma/Frank Spooner Pictures



◀ ***Poitiers,*** *die Stadt auf einem Hügel über den Flüssen Clain und Boivre, hat schon immer Eroberer, Siedler und Kaufleute angezogen. Heute beherbergt die Stadt einen Vergnügungspark, in dem auch das „Futuroskop" steht, eine Halle für technische Ausstellungen.*

Einwohner der Stadt ein normales, angenehmes Leben führen.

Luftschlösser der Zukunft

Eine andere Idee Buckminster Fullers ist noch ungewöhnlicher: Er hat Städte entworfen, die wie Seifenblasen am Himmel schweben. Jedes dieser „Luftschlösser" – so die Idee – wird in einen riesigen, durchsichtigen Ball eingebaut, der einen Durchmesser von einem Kilometer oder mehr hat. Wie aber kann eine solch gigantische „Seifenblase" sich in die Lüfte erheben? Das Prinzip entspricht dem eines Heißluftballons. Der Sonnenschein erwärmt die Luft im inneren der Kugel. Die Luft dehnt sich aus, und ein Teil entweicht durch kleine Öffnungen. Dadurch wird die Kugel leichter als die sie umgebende Atmosphäre. Solange die Luft im Inneren erwärmt bleibt, schwebt die Kugel wie eine Wolke um die Erde. Fliegende Städte, riesige Kuppeln, Arkologien… das alles sind heute nur die Träume einiger „verrückter" Architekten. Aber wer weiß? Vielleicht werden diese phantastischen Visionen schon morgen Wirklichkeit.

▲ ***Eine Stadt der Zukunft,*** *die es heute schon gibt: Brasilia, die neue Hauptstadt von Brasilien, wurde in den 70er Jahren auf einer Lichtung im Dschungel aus dem Boden gestampft.*

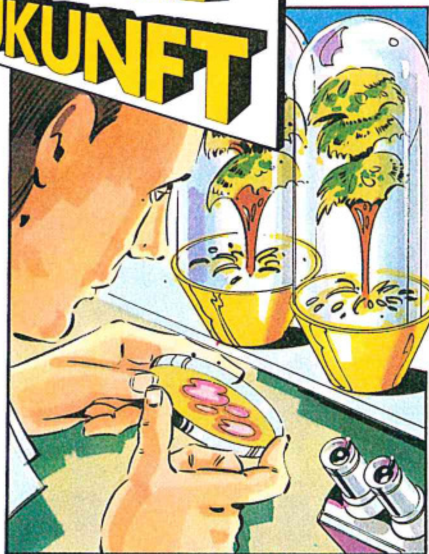


Rex Features

▲ ***Die Stadt Tsukuba*** *in Japan wurde gebaut, um moderne Industrieunternehmen aufzunehmen, die sich mit neuen Technologien beschäftigen. Es gibt keinen öffentlichen Nahverkehr. Die 140 000 Einwohner leben in Häusern und Wohnungen, deren Klima von Computern kontrolliert wird.*

BLICK IN DIE ZUKUNFT

GEWÄCHS-HÄUSER

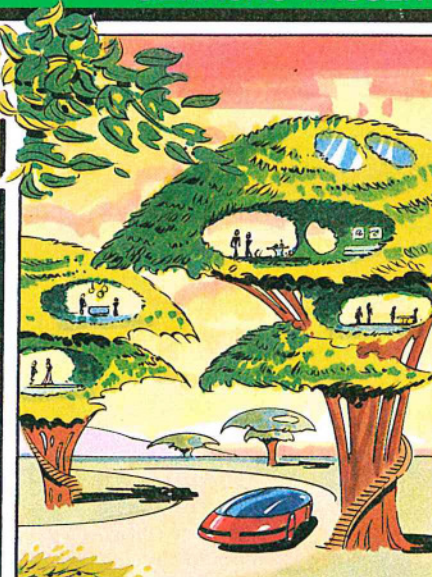


Joe Lawrence

▲ *In ihren Erbanlagen veränderte Pflanzen könnten die Häuser der Zukunft sein. Bauholz würde im Labor aus einzelnen Zellen gezüchtet werden.*



▲ *Die Setzlinge haben in ihren Zellkernen alle Informationen gespeichert, die sie brauchen, um als „Raum" oder „Wand" zu wachsen.*



▲ *Ein ausgewachsener Baum wäre ein vollwertiges Haus. Außerdem würde er die Luft reinigen, Wasser speichern und Sonnenenergie gewinnen.*

- SIDESTICKS
- MONITORE
- FLY-BY-WIRE

COPILOT COMPUTER



► *Im Airbus A320 sind große, übersichtliche Farbbildschirme an die Stelle des früheren „Uhrenladens" mit seinen vibrierenden Zeigern und Rundinstrumenten getreten. Ein zentrales Störungsanzeigesystem (Centralized Fault Display System) zeigt auf zwei Mehrzweck-Bildschirmen nicht nur an, wo es Probleme gibt, sondern erklärt auch, wie sie behoben werden können (auf der Mittelkonsole vor den Trimmrädern). Stichwortartige Anzeigen auf zwei „ECAM" (Electronic Centralized Aircraft Monitor = Elektronischer Zentralanzeigeschirm) geben der Besatzung ständig die Leistungsdaten der Triebwerke und Informationen über die gesamte Maschine.*

Airbus Industrie / APL

EIN FLUGZEUGCOCKPIT hat weit über hundert Anzeigen, Knöpfe, Schalter und Instrumente, die der Pilot während des Fluges ständig im Blick haben muß. Bei der neuen Airbus-Generation ist Schluß mit dem alten „Uhrenladen", Monitore und weniger Schalter erleichtern dem Piloten die Arbeit.

Sie nennen es respektlos „Mäusekino"; aber die Piloten der internationalen Luftverkehrsgesellschaften werden sich an die neuartige Cockpit-Auslegung, die beim A320 erstmals verwirklicht wurde, gewöhnen müssen.

Andere Flugzeughersteller folgen dem Vorbild des Airbus; das „gläserne Cockpit", wie es wegen seiner zahlreichen Monitore genannt wird, setzt sich durch. Statt auf knapp fünfzig verschiedenen Anzeigeinstrumenten bieten sich den Piloten die entscheidenden Flugdaten übersichtlich auf sechs Computermonitoren dar: „Synoptische Anzeigesysteme" fassen auf Farbbildschirmen alle Daten über den Flugzeugzustand übersichtlich zusammen (synoptisch ist griechisch und bedeutet „zusammengefaßt").

Die zentrale Navigationsanzeige stellt zum Beispiel auf dem Monitor sämtliche Informationen gleichzeitig dar, so über den geplanten Kurs der Maschine, über die zu kreuzenden Wegepunkte und gibt auch die vom Wetterradar erfaßten Gewitterfronten farbig wieder.

Daten und Memos

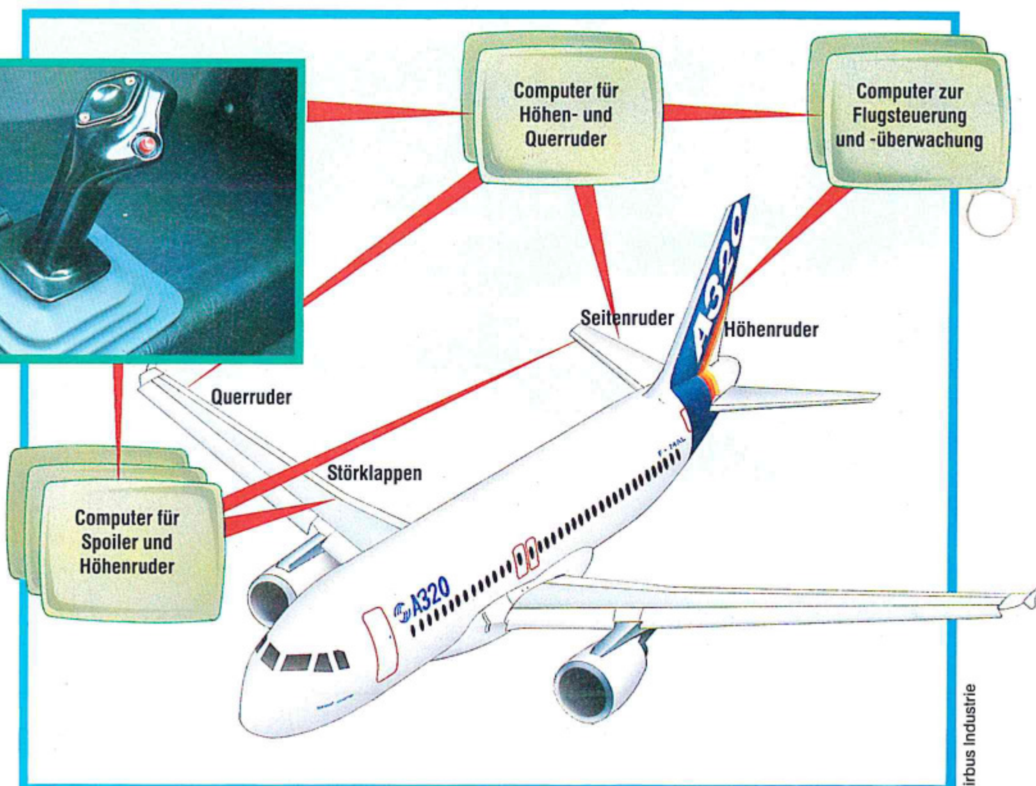
Die wichtigsten Monitore befinden sich in der Mitte der Armaturentafel: die beiden ECAMs (ECAM=Electronic Centralised Aircraft Monitor System oder „Elektronischer Zentralanzeigeschirm"), die „Augen" des Cockpits.

Der obere der beiden Bildschirme zeigt wichtige Betriebsdaten der beiden Triebwerke, informiert über den sogenannten „Operationsstatus", also die Stellungen der Steuerflächen, Klappen etc. und läßt den Piloten über „Memos" wissen, wenn zum Beispiel das „Bitte anschnallen"-Zeichen in der Kabine leuchtet. Auf dem unteren Monitor kann sich die Besatzung das Flugzeug wie auf einem Röntgenbild ansehen und jederzeit alle nur denkbaren Daten vom Kabinendruck bis zur Außentemperatur oder der Treibstoffmenge abrufen.

Mindestens ebenso faszinierend wie dieses „Cockpit der Zukunft" ist die sogenannte „Fly-by-Wire" Flugsteuerung des A320. Im Cockpit eines herkömmlichen Verkehrsflugzeugs stehen den Piloten Steuersäulen zur Verfügung, die







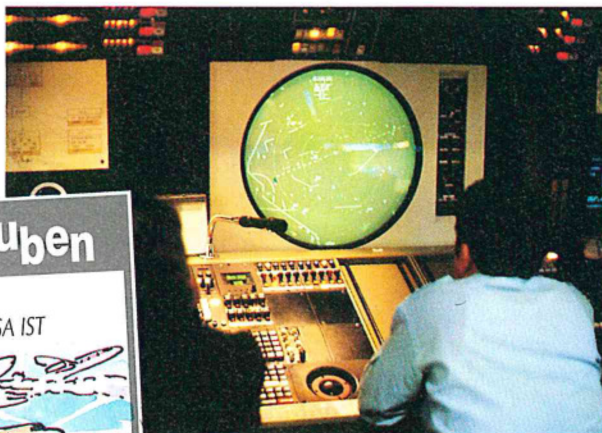
► ***Der Pilot*** *steuert den A320 mit seinem „Sidestick", einem kleinen Steuerknüppel an der Seite des Cockpits (oben). Zwei Computer kontrollieren Landeklappen und Querruder (an Gelenken beweglich aufgehängte Klappen an der Hinterkante der Tragflächen), drei weitere die Störklappen (auch Spoiler genannt) und die Höhenruder. Die Computer machen es dem Piloten praktisch unmöglich, den Airbus A320 zu schnell zu fliegen, zu überlasten oder zu überziehen.*

mechanisch mit den verschiedenen Steuerflächen des Flugzeugs verbunden sind. Ganz anders dagegen der A320: er kommt völlig ohne mechanische Verbindungen, Seilzüge oder Gestänge aus. Die Piloten fliegen die Maschine mit kleinen Steuergriffen auf den Seitenkonsolen, mit denen elektrische Signale über Computer an die Ruder abgegeben werden. Dünne Drähte haben also die mechanischen Steuerverbindungen ersetzt. Die Steuereingaben des Piloten werden von Computern umgerechnet und in Anweisungen für die Steuerflächen umgesetzt.

Der tödliche „Stall"

Zuvor aber prüft der Computer, ob die Befehle das Flugzeug gefährden könnten. Wenn der Kapitän zum Beispiel die Geschwindigkeit des Flugzeuges so stark vermindert, daß es zum tödlichen Strömungsabriß, dem „Stall" kommen könnte, verweigert der Rechner den Befehl und „gibt Gas", um die Maschine außer Gefahr zu bringen.

So schön die neue Technik auch auf den ersten Blick sein mag, gewisse Zweifel an ihrer Zuverlässigkeit bleiben dennoch. Denn in extremen Flugsituationen kommt es immer wieder vor, daß die Automatik den Piloten „ausschaltet" – und nicht umgekehrt. Als im Juni 1988 eine der ersten A320 bei einer Flugvorführung im Tiefflug abstürzte, hatte die Automatik den Landevorgang eingeleitet, obwohl der Pilot die Maschine wieder hochziehen wollte. Und auch im Oktober 1993, als in Warschau eine A320 in strömendem Regen über die Landebahn hinausschoß, hinderte offensichtlich die Automatik die Piloten daran, das Bremsmanöver auszuführen. Durch Aquaplaning war der Bodenkontakt nur leicht hergestellt, somit „flog" die Maschine für die Automatik noch und ließ Bremsmanöver deshalb nicht zu.



► ***Auch die*** *Flugsicherung stützt sich immer stärker auf Computeranlagen, um den ständig wachsenden internationalen Luftverkehr bewältigen zu können.*

Kaum zu glauben



VERKEHRSSTAU IN DER LUFT
CHICAGO O'HARE IN DEN USA IST WELTWEIT DER FLUGHAFEN MIT DEN MEISTEN STARTS UND LANDUNGEN. PRO JAHR FINDEN HIER 809.000 FLUGBEWEGUNGEN STATT – ALLE 40 SEKUNDEN EINE!

Paul Raymonde

FLUGSCHREIBER



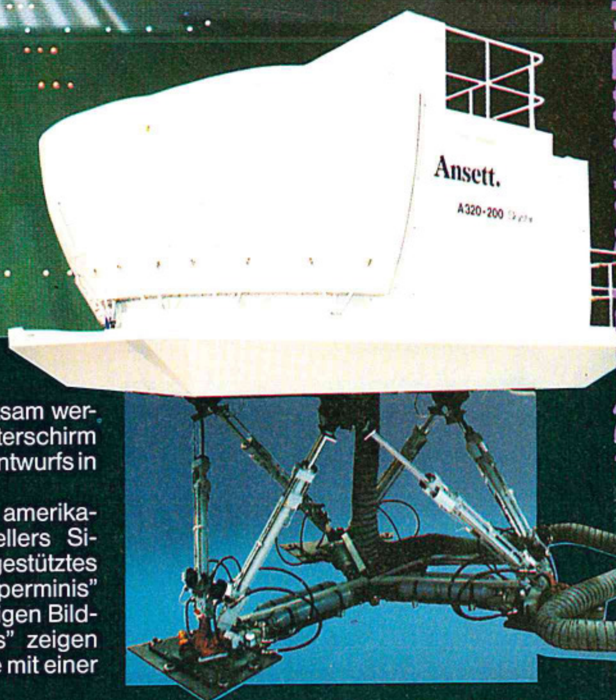
Smiths Industries

Bei Flugunfallberichten in den Medien fällt häufig der Begriff „Black Box". Damit ist der Flugschreiber gemeint, der das gesamte Geschehen bis unmittelbar vor dem Unfall aufzeichnet. Tatsächlich ist der Ausdruck „Black Box" falsch, schon allein deswegen, weil es immer zwei Flugschreiber gibt. Der erste, der Flugdatenschreiber (FDR – Flight Data Recorder) registriert während des gesamten Fluges die Werte der Hauptfluginstrumente und die Triebwerkdaten. Ein anderes Gerät, der Cockpit-Sprach-Recorder (CVR – Cockpit Voice Recorder) hält alle Geräusche im Cockpit, vor allem die Gespräche der Besatzung, fest. Beide Geräte können über 25 Stunden lang ununterbrochen aufzeichnen. Übrigens ist der Flugdatenschreiber auch nicht schwarz, sondern leuchtend orange angestrichen, damit man ihn nach dem Absturz leichter findet.

TESTFLUG DIGITAL

WENN HEUTE DER PROTOTYP eines neuen Flugzeugmodells zu seinem Erstflug startet, hat der Testpilot eine gute Chance, wieder heil zu landen. Die Maschine hat nämlich schon einige hundert Stunden härtesten Testflugs hinter sich — im Computer.

In der Flugzeugindustrie benutzt man heute praktisch nur noch computergestützte Entwurfs- und Konstruktionsverfahren. Computer und Simulatoren haben weitgehend die alte Methode ersetzt, ein Flugzeugmodell zu bauen und dann sein Verhalten im Windkanal zu untersuchen, bevor man sich mit dem Prototypen erstmals in die Luft wagte.



Berechnete Luftströme

Der amerikanische Hersteller Lockheed setzt für seine Entwurfsarbeiten einen leistungsstarken X-MP/24 Supercomputer mit zwei Prozessoren von Cray ein. Berechnete Aerodynamik heißt die Zauberformel: Der Computer kann den Verlauf der Luftströmung um den Entwurf in kurzer Zeit mit komplizierten mathematischen Formeln ermitteln. Die Anlage berechnet den Druck und die Kräfte, die an verschiedenen Punkten des Flugzeuges wirksam werden, so daß man am Computerschirm die Flugeigenschaften eines Entwurfs in Ruhe studieren kann.

Die Entwurfsabteilung des amerikanischen Hubschrauberherstellers Sikorsky benutzt für computergestütztes Konstruieren zahlreiche „Superminis" von Silicon Graphics. Die riesigen Bildschirme dieser „Workstations" zeigen die entworfenen Flugzeugteile mit einer

▲ Rechnergestützte Simulatoren setzt man heute ein, um den neuen Entwurf eines Flugzeugs zu testen. Mit Hilfe von Computern lassen sich die Flugeigenschaften der Maschine herausfinden. Sie zeigen genau, wie das Flugzeug in Wirklichkeit reagieren würde, ohne daß es jemals den Boden verlassen muß.

Rediffusion Simulation Ltd.

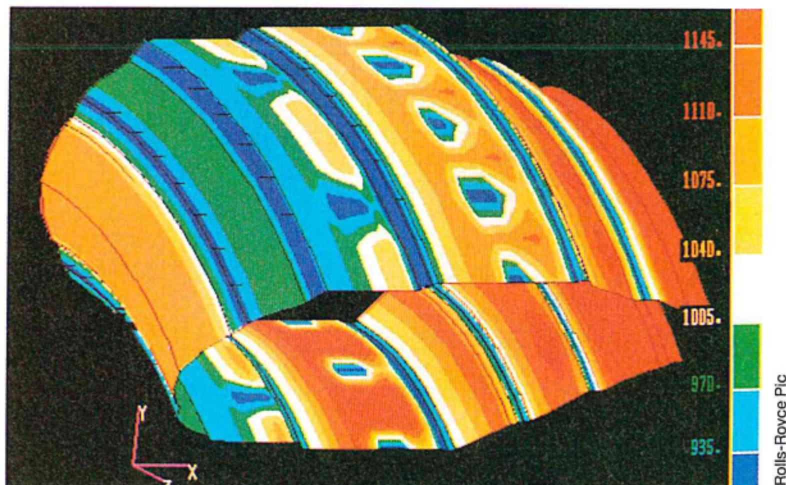



Rolls-Royce Pic

◀ ***Rechnergestützte** Entwurfs- und Konstruktionsmethoden (CAD/CAM-Computer-Aided Design/Manufacture; Computergestütztes Entwerfen/Herstellen) können den Wirkungsgrad des zu entwickelnden Gerätes verbessern. Rolls-Royce verwendet rechnergesteuerte Roboter zur Herstellung von Triebwerksteilen.*

erknüppel, Schalter usw. sehr genau nachbilden, doch der Blick aus dem Cockpit wirkt nicht ganz naturgetreu. Zwar verändert sich das Landschaftsbild entsprechend den Bewegungen des Flugzeuges, doch ist es nur schemenhaft dargestellt. Ein ganz realistisches Bild würde selbst den teuersten Computer überfordern. Daher erinnert die bei der Flugsimulation eingesetzte Technik oft an Videospiele. Kein Wunder, daß die Luftwaffen-Piloten ihren Tornado-Simulator als „teuersten Atari von Ostfriesland" bezeichnen.

Auflösung, von der Heimcomputerbesitzer nur träumen können; sie sind in der Lage, mehrere Millionen Punkte, oder „Pixel", gleichzeitig darzustellen. Durch die enorme Speicher- und Rechenkapazität dieser Spezialrechner können Konstrukteure zum Beispiel nicht nur eine Landeklappe bequem am Bildschirm entwerfen, sondern sich dann auch vom Rechner wie in einem Zeichentrickfilm vorführen lassen, wie sich die einzelnen Teile bewegen und zueinander verhalten, dabei werden Zonen großer Drücke, Spannungen oder Reibung farbig herausgehoben.



Rolls-Royce Pic

▲ ***Der Temperaturverlauf** in einem Triebwerk wird mit Hilfe einer Computer-Simulation vor der eigentlichen Konstruktion geprüft. Die vorausberechneten Werte werden anschließend denjenigen des realen Triebwerks gegenübergestellt.*

Derartige „Echtzeitanwendungen" werden auch für eine andere Technik benötigt, mit der heute praktisch jedes Flugzeug „geflogen" wird, bevor es überhaupt gebaut wird: den Simulatoren, mit denen man herausfindet, wie die Besatzung auch in extremen Lagen mit der Maschine zurechtkommt.

Cockpit-Simulation

Ein typisches Beispiel für eine solche Entwicklung war der leichte Hubschrauber LHX von Sikorsky und Boeing Helicopters. Die Konstrukteure waren sich nicht sicher, ob für bestimmte Angriffseinsätze ein einziger Pilot genügte oder man eine zweiköpfige Besatzung brauchte. Ein Pilot flog die Einsätze im Simulator, bevor eine endgültige Entscheidung getroffen wurde: der LHX erhielt ein doppelsitziges Cockpit.

Ein Flugsimulator gibt alle Aspekte des wirklichen Flugzeugs möglichst realistisch wieder. Alle Instrumente werden von einem Computer gesteuert und reagieren genauso wie in Wirklichkeit. Bei einem guten Gerät merkt man nur, wenn man aus dem „Cockpitfenster" schaut, daß man im Simulator und nicht im Flugzeug sitzt. Man kann nämlich die ‚Hardware', also die Instrumente, Steu-

WETTERDIENST



Aviation Picture Library

Genaue Wettervorhersagen können den Fluggesellschaften helfen, eine Menge Geld einzusparen. Sie ermöglichen den Piloten, Gebiete mit ungünstigen Wetterlagen zu meiden und beispielsweise eine Route mit Rückenwind zu wählen, so daß sowohl Zeit als auch Treibstoff gespart wird. Der offizielle Bericht des britischen Ausschuß für öffentliche Ausgaben (Committee of Public Accounts, vergleichbar mit unserem Bundesrechnungshof) für 1986 zeigt, daß durch Wettervorhersagen allein auf den Nordatlantikrouten jedes Jahr Kosteneinsparungen in Höhe von 60 Millionen Pfund möglich sind.

Kaum zu glauben

SCHWACHER RIESE

ALS VOR 60 JAHREN DAS GRÖSSTE FLUGZEUG DER WELT, DIE DORNIER DO X, STARTETE, BRACHTE SIE ES TROTZ IHRER 12 MOTOREN NUR AUF 175 KM/H! MIT COMPUTER-SIMULATION WÄRE ES NIE ZUM BAU DES UNTERMOTORISIERTEN RIESENS GEKOMMEN.


Paul Raymonde

MEHR UND MEHR WERDEN Menschen in Zukunft schwere, gefährliche und langweilige Arbeiten den Robotern überlassen, die schon heute aus keiner Fabrik mehr wegzudenken sind. Mit den chromblitzenden Metallmonstern aus Science-fiction-Filmen haben diese „eisernen Diener" allerdings keine Ähnlichkeit — und auch mit ihren menschlichen „Herren" nicht.

Jeder, der schon einmal einen schweren Koffer ins Gepäcknetz hieven mußte, weiß es: Für mechanische Arbeiten ist der Körper eines Menschen schlecht geeignet. Kein Wunder, daß die Schweißautomaten, Montage- und Lakkierroboter eines fortschrittlichen Automobilwerkes nicht wie „Eisenmänner" aussehen, sondern wie einarmige Stahlkästen. Sie setzen sich aus einer Antriebseinheit, einem „Manipulator" (dem außerordentlich beweglichen Arm) und einem Computerprogramm zusammen.

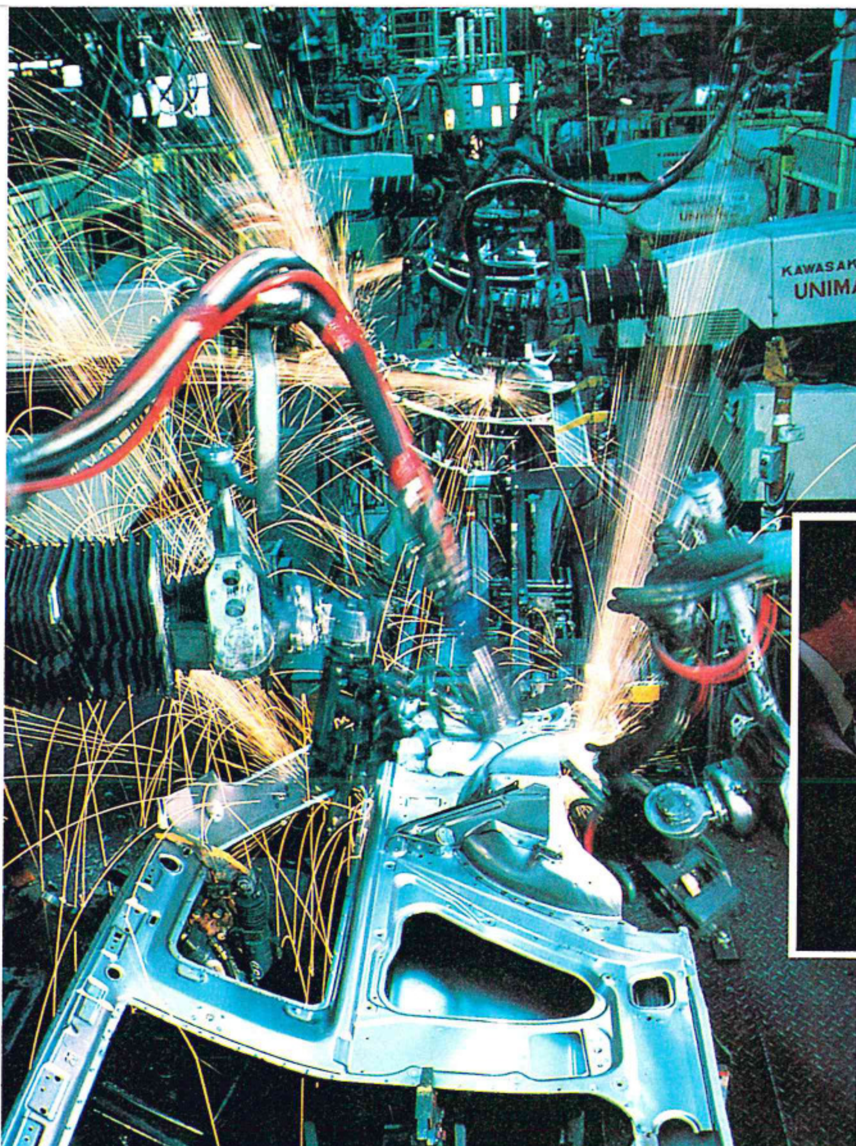
Roboter-Training

Ihre Arbeitsabläufe müssen sie „erlernen": Ein Trainer führt den Roboterarm dabei so, wie die Maschine ihn später bewegen soll; das „Gehirn" des Roboters — sein Programm — speichert diesen Bewegungsablauf. Ein Schweißroboter kann durch mechanische Wiederholung des antrainierten Arbeitsablaufes in wenigen Minuten an einer Autokarosserie 300 Schweißpunkte herstellen, ohne dabei einen Fehler oder gar eine Pause zu machen.

Orion / Kobal Collection

MASCHINENMENSCHEN





Rex Features

Jahrhunderts immerhin etwa zehn Milliarden Menschen unseren Planeten bevölkern.

Im Tiefkühlzoo

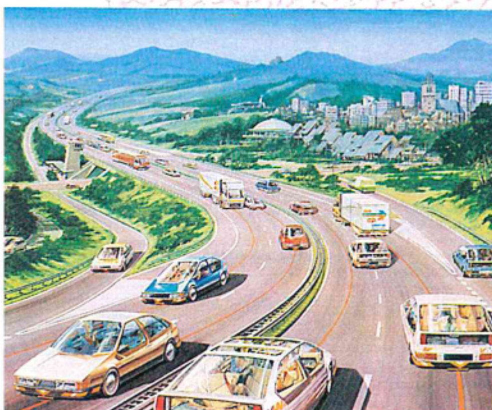
Bei zunehmender Weltbevölkerung muß die Menschheit das verfügbare Land intensiver bebauen, so daß wildlebende Tiere und Pflanzen immer weiter verdrängt werden. Aus Artenschutzgründen und um den „genetischen Pool", die Bandbreite des Lebens auf unserem Planeten, zu erhalten, muß man sich um ihre Erhaltung bemühen.



ABB Robotics Ltd.

◀ ***Autos werden am Fließband*** *von Industrierobotern zusammengeschweißt. In vielen Fabriken ist der Anteil der menschlichen Arbeit bereits auf ein Minimum geschrumpft. Das Bild rechts oben zeigt die Roboterkonstruktion am Bildschirm.*

DAS COMPUTER-AUTO



Volkswagen

Die Autos der Zukunft werden mit elektronischen Systemen ausgestattet sein, durch die bei geringsten Abständen mit hoher Geschwindigkeit gefahren werden kann. Sobald das Auto seine elektronische Leitschine auf der Straße erreicht hat, kann sich der Fahrer zurücklehnen, fernsehen oder ein Nickerchen halten: Lasersensoren steuern den Abstand zum nächsten Fahrzeug; in die Fahrbahn eingelassene Signalgeber ersetzen die Ampelanlagen. Ein Computer sorgt dafür, daß das Auto auf dem schnellsten Wege das gewünschte Ziel ansteuert.

Ein englisches Autowerk setzt sogar geruchsempfindliche Roboter ein, die undichte Stellen an Windschutzscheiben und Türen regelrecht „erschnüffeln" können. Dazu wird das Fahrzeug mit Helium gefüllt; der Roboter tastet mit einem gasempfindlichen Sensor alle Ritzen ab und erfaßt mit seinem feinen Geruchssinn selbst geringste Mengen von austretendem Helium.

Robo-Butler

Die meisten Roboter sind heute noch zu „dumm", um mehr als eine Aufgabe erfüllen zu können; Wissenschaftler werden in Zukunft Maschinen entwickeln, die eine Vielzahl von Tätigkeiten ausführen können. Ein programmierbarer Haushaltsroboter zum Beispiel könnte nicht nur für Reinlichkeit sorgen, sondern auch kochen, Licht und Temperatur regeln und seine Herrschaft morgens mit frischem Kaffee wecken. Wie ein Mensch würde ein solches System allerdings nicht aussehen – es sei denn, daß funkelnde „Chrombutler" plötzlich ganz groß in Mode kämen. Sie würden dann allerdings längst nicht so gut funktionieren, wie es ein kleiner Kasten auf Rädern mit einer Anzahl Manipulatorarme täte.

Roboter können uns vielleicht helfen, den zunehmenden Platzmangel auf der Erde besser zu bewältigen; treffen die Voraussagen zu, werden Mitte des 21.



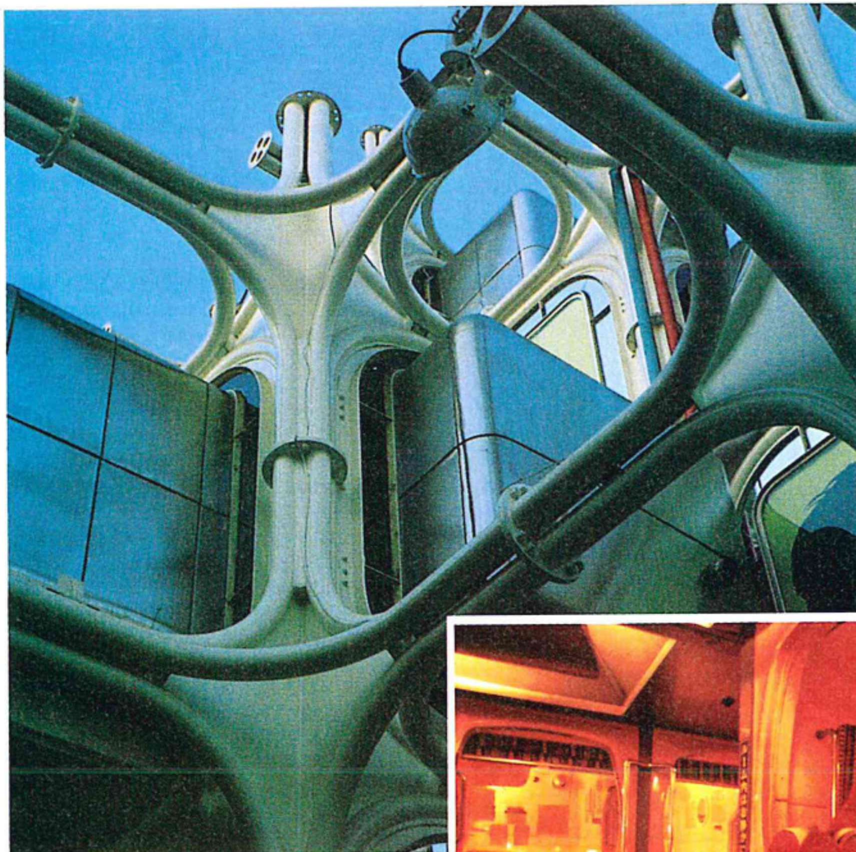
Lowell George/Science Photo Library

▲ ***Roboter-Kellner*** *haben für jeden Kunden ein freundliches Wort und vergessen niemals eine Bestellung. Eingebaute Kameras und Ultraschall-Orientierungssysteme verhindern Zusammenstöße mit den Gästen.*

als man glaubt. Wie das aussehen könnte, läßt sich in Japan studieren. Es ist schon heute das am dichtesten besiedelte Land der Erde. 120 Millionen Menschen drängen sich an den Küsten der Hauptinseln, die ländlichen Berggebiete sind für eine Besiedelung kaum geeignet. Um den knappen Raum besser zu nutzen, baut man Apartmentblocks in Modulbauweise.

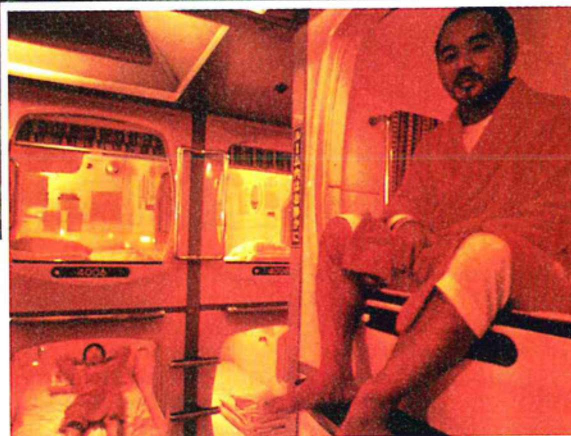
Wohnen im Block

Jede Wohnung bildet einen Block, ein „Modul", der „aus einem Guß" in der Fabrik hergestellt wird. Die einzelnen Module eines Hauses werden auf Lastwagen zur Baustelle gebracht und von Kränen an ihren Standort auf einem zentralen Tragegerüst gehievt. Stahlbauer befestigen sie an ihrem Platz, und in wenigen Minuten sind auch die Versorgungsleitungen für Strom und Wasser angeschlossen. Badezimmer, Miniaturküche, Möbel und sogar Stereoanlagen sind bereits in der Fabrik an den gewünschten Stellen eingebaut worden.



Architectural Association

▲ ***Leben wie im Bienenstock:*** *Ein Stahlrahmen dieses „modulen Hochhauses" nimmt mehr als 100 Wohneinheiten auf. Sie werden bereits in Fabriken mit allem Komfort ausgestattet. Die einzelnen Module passen maßgerecht in die Rahmen.*



I. Wright/Sunday Times

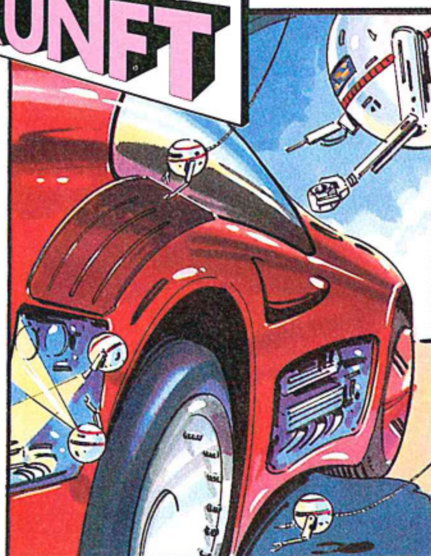
◀ ***Schlafkabinen*** *des Hotels „New Rubia" im japanischen Osaka. Die Waben sind 183 cm tief, 91 cm hoch und 76 cm breit. Die Glasfaserkonstruktion der Kabinen bietet eine enge, aber preiswerte Unterkunft für Geschäftsleute, die nur eine kurzfristige Übernachtungsmöglichkeit suchen. Die Hotelleitung kann durch diese Kompakträume viermal soviele Gäste aufnehmen wie ein normales Hotel. Natürlich ist dadurch auch die Übernachtung deutlich billiger.*

Ein normaler Zoo könnte die Probleme der Erhaltung der Arten unmöglich bewältigen. Wissenschaftler planen daher heute schon Genbanken, in denen das genetische Material eines großen Teils der bekannten Tierarten eingefroren und gelagert werden soll. Wenn die menschliche Bevölkerung irgendwann einmal wieder geringer wird, kann das Material zur künstlichen Neuzeugung ganzer Gattungen verwendet werden – die Tiere ließen sich wieder aussetzen und könnten sich erneut vermehren.

Im Gegensatz zu den Tieren werden sich die Menschen der übervölkerten Welt möglicherweise besser anpassen,

BLICK IN DIE ZUKUNFT

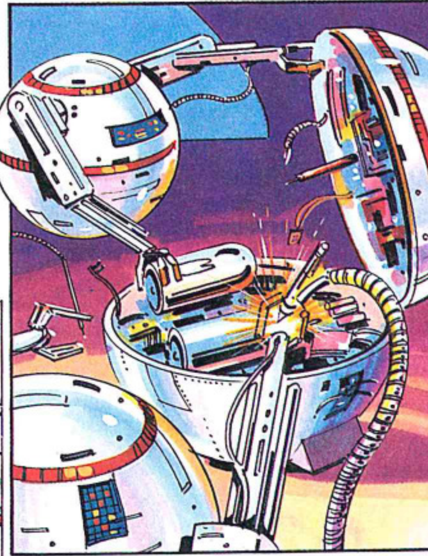
MINI-ROBOTER



▲ *Mikroroboter sind so klein, daß sie in Automotoren, Lüftungskanäle oder elektronische Systeme hineinkriechen und sie von innen auf Fehler überprüfen, reinigen und instandsetzen können.*



▲ *Wenn die Energie knapp wird, schließen sich die Mikroroboter selbsttätig an eine Stromquelle an. Mit Hilfe anderer Mikroroboter können sie sich auch selbst reinigen und reparieren.*



▲ *Mikroroboter bauen andere Mikroroboter – Menschen wären für die Wartung und Konstruktion dieser nützlichen Helfer nicht mehr erforderlich.*

Joe Lawrence



ELEKTRISCHE MENSCHEN

Die Medizin der Zukunft wird auch neue Erkenntnisse über ein weitgehend unerforschtes Gebiet bringen: die elektromagnetischen Felder des Körpers. Der russische Forscher Semjon D. Kirlian entdeckte ein Verfahren zur Fotografie des elektrischen Feldes, das sich um Gegenständen herum aufbaut, die sich in der Nähe einer mit Strom geladenen Metallplatte befinden. Es wird auch behauptet, daß das Muster, das bei einer Kirlian-Fotografie um eine Hand herum sichtbar ist, Aussagen über den Gesundheitszustand des betreffenden Menschen ermöglicht. Doch die meisten Wissenschaftler sind der Ansicht, daß es sich bei den Unterschieden in den Fotos um Schwankungen im Feuchtigkeitsgehalt der Haut handelt.

Bewiesen ist allerdings, daß elektromagnetische Felder für die Heilung menschlichen Gewebes eingesetzt werden können, so zum Beispiel zur Beschleunigung der Knochenheilung. Es ist auch denkbar, daß die Selbstheilungskräfte des Körpers durch elektromagnetische Stimulierung aktiviert werden könnten.

Frank Spooner Pictures

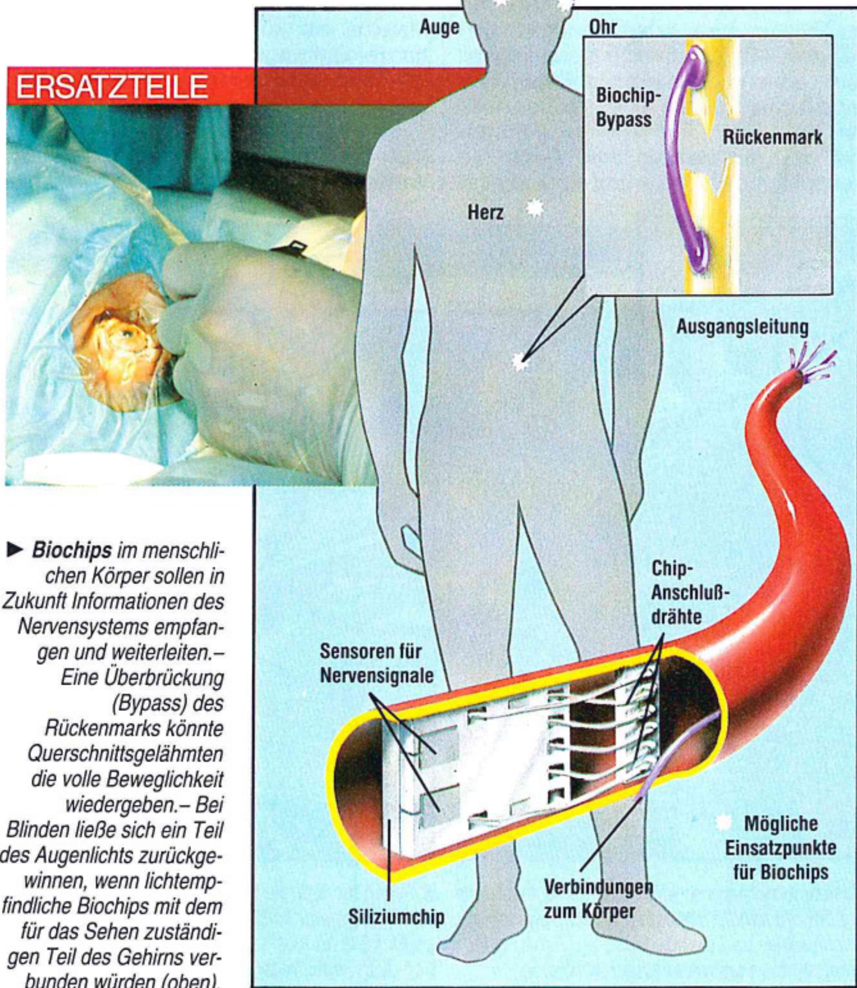
Mit noch weniger Platz müssen die Gäste der berühmten „Kabinenhotels" japanischer Großstädte auskommen. Diese Hotels bestehen aus zahlreichen übereinanderliegenden Reihen sargartiger Schlafeinheiten, die mit Radio, Fernsehgerät und Futon ausgestattet sind. Die einzelnen Zellen sind gerade so hoch, daß man in ihnen aufrecht sitzen kann. Sie liegen in Dreierreihen übereinander wie die Waben eines Bienenstocks. Fernseh- und Videobildschirm sind in die Decken eingebaut, so daß der Bewohner im Liegen Filme ansehen kann. Durch diese „Intensivhaltung" der Hotelgäste kann man auf dem gleichen Raum viermal mehr Menschen unterbringen.

Je mehr sich die Menschen auf mechanische Hilfsmittel verlassen, desto weniger müssen sie ihre eigenen Muskeln anstrengen. Durch mangelnden Gebrauch bilden sich die Muskeln im Körper immer weiter zurück. Die zunehmende physische Schwäche ließe sich in Zukunft vielleicht durch bionische Hilfsmittel ausgleichen (Bionik, ein Kunstwort aus Biologie und Elektronik bezeichnet elektronische „Körperteile", die in den menschlichen Körper eingepflanzt werden). Möglicherweise entwickeln sich die Menschen zu sogenannten „Cyborgs", Mischwesen mit echten und künstlichen Körperteilen.

Lebende Chips

Ein Gebiet, auf dem sich die Grenze zwischen lebendem und künstlichem Material immer weiter vermischt, ist die weltweit fieberhaft betriebene Forschung nach immer kleineren Informationsspeichern. Computerwissenschaftler sind fasziniert von der Idee des „Biochips", eines dreidimensionalen Datenbausteins, bei dem die logischen Schaltungen des herkömmlichen Siliziumchips durch Eiweißketten ersetzt sind. Die organischen Moleküle des Biochips könnten ihm die enorme „Rechenleistung" einer lebenden Zelle verleihen.

Medizinische Biochips könnten den Ärzten Informationen aus dem Inneren des menschlichen Körpers beschaffen: In den Kreislauf eingeschleuste Biosensoren nehmen Daten über die Konzentration der Blutbestandteile auf und übertragen sie nach draußen. Das medizinische Potential der Biochips ist enorm – auch die Hör- und Sehfähigkeit ließe sich durch licht- oder schallempfindliche Biochips wiederherstellen, die über Nervenbahnen des Körpers Informationen an das Gehirn weitergeben. Mit Biochips ließe sich vielleicht auch ein lernfähiges System aufbauen.



► ***Biochips*** *im menschlichen Körper sollen in Zukunft Informationen des Nervensystems empfangen und weiterleiten.– Eine Überbrückung (Bypass) des Rückenmarks könnte Querschnittsgelähmten die volle Beweglichkeit wiedergeben.– Bei Blinden ließe sich ein Teil des Augenlichts zurückgewinnen, wenn lichtempfindliche Biochips mit dem für das Sehen zuständigen Teil des Gehirns verbunden würden (oben).*

Janos Marffy - Gamma/Frank Spooner Pictures

Kaum zu glauben

KRÜPPELKIEFER

KIEFERORTHOPÄDEN GLAUBEN, DASS DIE MENSCHEN IN EINIGEN MILLIONEN JAHREN GANZ ANDERS ALS HEUTE AUSSEHEN WERDEN: SIE WERDEN EINE UNBEHAARTE, GLATTE HAUT HABEN; WEGEN DER ERNÄHRUNG MIT WENIG „BISSFESTEN" NAHRUNGSMITTELN WIRD SICH DER KIEFER ZURÜCKBILDEN.



Paul Raymonde

DER GEÄCHTETE KRIEG

- GIFTGASE
- TÖDLICHE VIREN
- WETTERCHAOS

Die kahlen Stümpfe dieser Baumriesen erinnern eher an Grabsteine als an den einst üppigen brasilianischen Urwald. 1984 besprühte man dieses Gebiet zur Rodung mit chemischen Mitteln, möglicherweise mit dem Kampfstoff „Agent Orange", den die USA im Vietnamkrieg eingesetzt hatten. Mindestens 42 Brasilianer starben infolge dieser Aktion.

BIOLOGISCHE UND CHEMISCHE Waffen sind einfacher und billiger herzustellen als atomare. International sind Herstellung und Einsatz inzwischen durch die Genfer Konventionen verboten, doch nicht alle Staaten haben diese Verträge unterzeichnet. Die Vernichtung dieser Waffen ist schwierig.

Nach internationalem Recht war der Einsatz chemischer Waffen bereits seit 1925 verboten, biologische Kampfmittel, wie etwa Viren, sind es erst seit 1993. Dennoch wurden in den letzten Jahren immer wieder solche Waffen verwendet. Im Krieg zwischen Iran und Irak setzten beide Seiten Giftgas gegen die feindlichen Truppen ein. Fabriken zur Herstellung der Kampfmittel waren übrigens auch mit Hilfe deutscher Firmen errichtet worden. Und im Vietnamkrieg hatten die Amerikaner große Mengen chemischer Mittel zur Entlaubung des Dschungels eingesetzt.

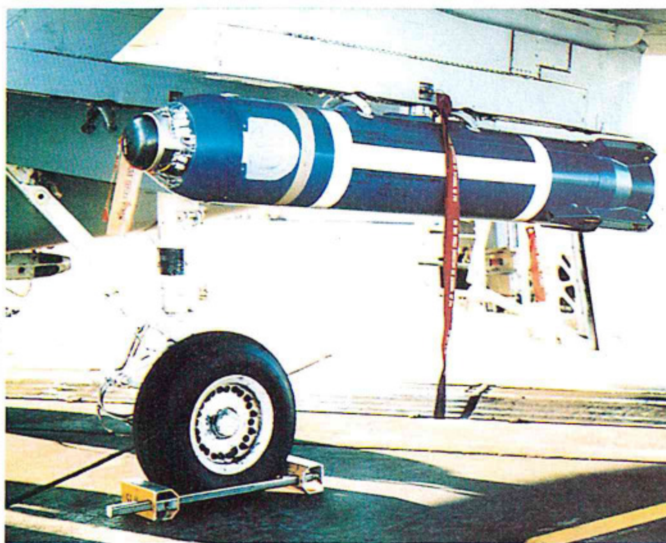
Chemische Waffen

Es gibt zahlreiche chemische Stoffe, die sich zur Kriegsführung eignen. Einige Mittel wirken absolut tödlich, andere sollen zeitlich begrenzte oder dauerhafte Schäden herbeiführen, beispielsweise großflächige Hautblasen verursachen. Eine weitere Gattung zielt darauf ab, den Gegner vorübergehend außer Gefecht zu setzen, entweder geistig oder körperlich. Allen gemeinsam ist jedoch, daß eine größere Dosis ausreicht, um den oft qualvollen Tod zu bewirken.

Die meisten chemischen Waffen sind überaus gefährlich, und zwar nicht nur bei der Herstellung, sondern auch in der Lagerung und Handhabung. Diese Schwierigkeiten hat ein neuer Waffentyp beseitigt – die „binäre" Waffe. Sie besteht aus zwei relativ sicheren Grundstoffen, die erst, wenn sie in Kontakt geraten, zu einem gefährlichen Mittel werden.

Nervengase sind extrem gefährliche chemische Kampfstoffe, da sie das Nervensystem des Menschen angreifen. Sie unterbrechen sehr schnell die Ver-





US Department of Defense/USAF

◀ ***Bigeye** ist eine in den Vereinigten Staaten entwickelte chemische Binärbombe. Die von Flugzeugen abgeworfene Waffe enthält zwei ungiftige Chemikalien, die sich bei der Explosion zu einem schwerflüchtigen Nervengas vereinen.*

bindungen zwischen Gehirn und Körper, und selbst eine geringe eingeatmete Menge dieser Gase führt zum Tod. Die beiden Chemikalien, die zusammen das Nervengas erzeugen, sind in getrennten Kammern untergebracht – erst beim Einsatz der Waffe werden die beiden Stoffe zum tödlichen Nervengas gemischt.

Zwar war der Einsatz von chemischen Waffen schon seit dem Genfer Protokoll von 1925 verboten, der Besitz der Kampfstoffe jedoch weiterhin erlaubt. Erst Anfang 1993 einigten sich 137 Staaten darauf, die Entwicklung, Herstellung und Lagerung chemischer Waffen zu verbieten. Die noch vorhandenen Fabriken zur Herstellung der Stoffe müssen innerhalb der nächsten zehn Jahre zerstört werden.

Schwierige Vernichtung

Die größten Vorräte besitzen heute noch Rußland mit rund 40 000 Tonnen und die USA mit etwa 25 000 Tonnen. Die Vernichtung der chemischen Waffen ist allerdings recht schwierig und gefährlich. Auf dem amerikanischen Johnston-Atoll im Pazifik befindet sich die größte Verbrennungsanlage für chemische Kampfstoffe. Hier werden allerdings immer wieder größere Mengen Schadstoff frei. In den Niederlanden wird eine Kontrollbehörde mit rund tausend Mitarbeitern aufgebaut, die weltweit die Einhaltung des Vertrags überwachen sollen. Die Herstellung und der Besitz biologischer Waffen verbietet die Genfer Konvention von 1972. Die USA, Rußland und Großbritannien schlossen sich 1992 diesem Verbot an. Bis Mitte 1993 waren 118 Staaten der Konvention beigetreten. Die Forschung zum Schutz vor diesen Waffen ist jedoch weiterhin erlaubt, denn durch die Fortschritte auf dem Gebiet der Mikrobiologie, und hier besonders bei der Genmanipulation, zeichnet sich die Entwicklung neuer, bedrohlicher Waffen ab. Viren, die Übelkeit verursachen und den Gegner schnell kampfunfähig machen, aber nicht töten, sind durchaus denkbar.

SCHMUTZIGER KRIEG



Rex Features

Iran behauptet, daß 5000 seiner Soldaten nach dem Abwurf chemischer Bomben durch ein Kampfflugzeug des Irak gestorben sind. Weitere Iraner erlitten schwere Verletzungen. Der Irak wird beschuldigt, trotz der internationalen Ächtung dieser Waffen wiederholt chemische Kampfmittel eingesetzt zu haben.

Landwirtschaftliche Zerstörung

Langfristig geplant kann auch die Landwirtschaft des Gegners Ziel der chemischen und biologischen Kriegsführung sein, indem die Nahrungsgrundlage der Bevölkerung zerstört wird. In einem konventionell geführten Krieg können zum Beispiel pflanzentötende Mittel über die Anbauflächen gesprüht werden. In einer anderen Form des Wirtschaftskriegs würden die Pflanzen und das Vieh von Krankheiten befallen, die über mehrere Jahre andauern würden. Weiträumig verbreitete Seuchen und Infektionskrankheiten wie Getreiderost und Maul- und Klauenseuche wären die Folge.

Auch das Wetter könnte mit dem Ziel beeinflußt werden, Hungersnöte durch Dürre oder Überschwemmungen hervorzurufen. Wolken werden mit Silberjodidkristallen besprenkelt, um Niederschläge auszulösen, aber dieses Verfahren ist bislang nur teilweise erfolgreich. Gelänge es, die Regenwolken künstlich zu entleeren, bevor sie das Feindesland erreichen, könnte man dem Gegner das Wasser „abgraben". Auf dem Gebiet der Wetterbeeinflussung ist mit weiteren Entwicklungen zu rechnen, die sowohl für friedliche als auch für kriegerische Zwecke genutzt werden können.

TRH

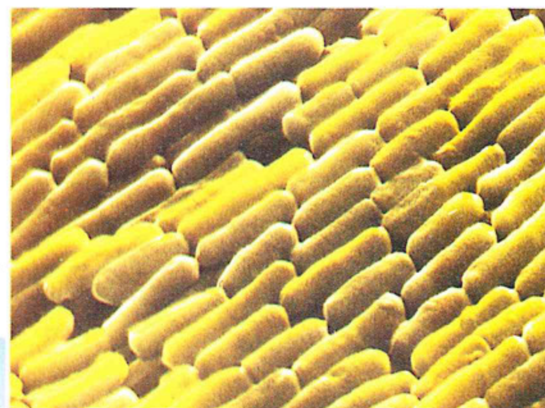
Kaum zu glauben

DROGENKRIEG
LSD, DIE DROGE VIELER KRIEGSGEGNER WÄHREND DER 70ER JAHRE LÄSST SICH ALS CHEMISCHE WAFFE BENUTZEN: DEN GEGNER MIT LSD BESPRÜHEN . . . UND ER TRÄUMT, STATT ZU KÄMPFEN!



Paul Raymonde

▼ ***Geheime Forschungsarbeiten** auf dem Gebiet der biologischen Kriegführung, die im Auftrag der britischen Regierung 1942 stattfanden, führten zu der Verseuchung der schottischen Insel Gruinard mit einem Milzbrandvirus (rechtes Bild). Man erklärte die Insel zum absoluten Sperrgebiet, und das ist sie nun seit über 50 Jahren.*



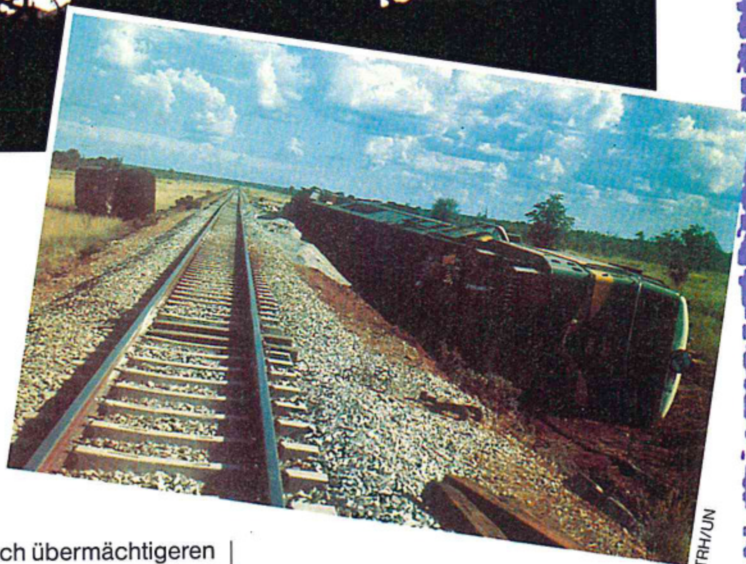
CNRI/SPL





GUERILLA

SIEG DER SCHWACHEN



▲▶ ***Damit eine*** *Guerilla-Armee wie die eritreische Befreiungsfront erfolgreich sein kann (oben), muß sie vor allem die Nachschublinien des Gegners, wie Bahnlinien und Straßen unterbrechen (rechts).*

APRIL 1975: IN SÜDVIETNAMS Hauptstadt Saigon kommt es zu erschütternden Szenen. In panischer Angst fliehen Beamte und Soldaten vor den anrückenden Vietkong; im festungsähnlichen Gebäude der amerikanischen Botschaft stürzen die Diplomaten aufs Dach, von wo sie mit Hubschraubern zu Flugzeugträgern geflogen werden, die vor der Küste liegen. Verzweifelte Vietnamesen klammern sich an die Kufen der Helikopter und werden von amerikanischen Soldaten mit Gewehrkolben zurückgetrieben.

Die Evakuierung Saigons besiegelt die bitterste Niederlage, die die Vereinigten Staaten jemals einstecken mußten. Die scheinbar unbezwingbare Militärmaschine der Supermacht wurde aber nicht von einem noch übermächtigeren Gegner besiegt – sie wurde von einer Armee „grüner Ameisen“ in die Knie gezwungen – den Guerillas des Vietkong.



◀ ***Die afghanischen*** *Mudschaheddin verließen sich bei ihren Nachschubtransporten vor allem auf Kamele und Esel. Die Tiere konnten Munition, Brennstoff, Flugabwehrraketen und Proviant über Gebirgspässe transportieren, an denen jeder Lastwagen scheiterte.*

Blutiges Lehrgeld

So wie die Franzosen zwanzig Jahre vor ihnen mußten die amerikanischen Militärs feststellen, daß selbst die beste Bewaffnung, die modernste Technik, daß Luftüberlegenheit und unbegrenzter Nachschub gegen den Vietkong, seine Art zu kämpfen und seine Entschlossenheit nicht das geringste nützten. Und auch die Supermacht UdSSR mußte blutiges Lehrgeld bezahlen, um diese Lektion zu lernen: Tausende russischer Soldaten starben im Kampf gegen die Mudschaheddin, die Guerillas des afghanischen Widerstandes. Auch hier war die Guerilla siegreich; als sich die russischen Panzer ihren Rückzugsweg über die Pässe des Hindukusch freischossen, sprach die Welt vom „russischen Vietnam“.

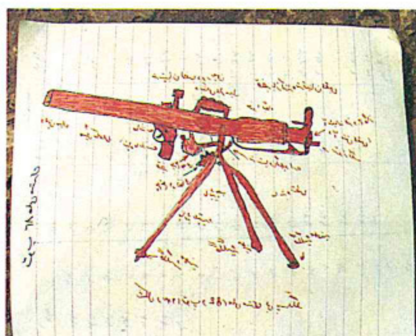
Was ist das Geheimnis der Guerillakrieger? Was läßt eine Armee hungriger, ärmlich ausgerüsteter Männer, die oft nicht einmal lesen und schreiben können, gegen Panzerheere, Kampfhubschrauber, Bombenteppiche und hochtrainierte Berufssoldaten triumphieren? Die Erfolge der verschiedenen Guerillatruppen haben weltweit immer die gleichen Gründe. Guerilla – das ist der Krieg im Schatten, die Taktik der Nadelstiche, das Zuschlagen und Zurückziehen der kleinen, bewaffneten Gruppen.



TRH/T.A. Davis

◀▼ ***Mudschaheddin*** *setzen ein erbeutetes sowjetisches Maschinengewehr gegen einen Nachschubkonvoi ein. Getreu der Guerillamaxime, daß „das Tal hat, wer die Berge hat", sind sie hoch über dem Tal in Stellung gegangen. Auch ein russischer Jeep (unten) wird von den Guerillas als Transportmittel nicht verschmäht.*



Frank Spooner/GAMMA

▲ ***Detaillierte*** *Anweisungen auf Flugblättern, die im Untergrund weitergereicht werden, informieren über die Bedienung der verschiedenen Beutewaffen.*



TRH/T.A. Davis

Das Wort „Guerilla" kommt aus dem Spanischen und bedeutet „kleiner Krieg". Es wurde im Freiheitskampf gegen die napoleonischen Armeen geprägt, um die Partisanenoperationen zu beschreiben, die schon damals nach den gleichen taktischen Prinzipien abliefen wie heutige Guerilla-Angriffe. Mao Tse-tung, der chinesische Kommunistenführer, faßte sie in einem Gedicht einmal folgendermaßen zusammen: „Feind geht vor, wir weichen; Feind bleibt stehn, wir stören; Feind wird müd, wir schlagen; Feind entweicht, wir folgen."

Eine ähnliche Taktik, die von chinesischen Partisanen gegen die Japaner angewendet wurde, war der „Spatzen-Krieg". Kleine Gruppen, die sich „wie die Spatzen in der Luft" über das ganze Land verteilt hatten, tauchten überraschend auf, schlugen blitzschnell zu, verwundeten, töteten und ließen die verhaßten Besatzer keinen Moment zur Ruhe kommen.

Eine moderne, hochgerüstete Besatzungsarmee mit Tausenden von Soldaten, Fahrzeugen, Panzern und Flugzeugen mag zwar eine eindrucksvolle Feuerkraft besitzen; aber gerade wegen ihrer Größe ist sie auch unbeweglich und verwundbar. Auf feindlichem, unbekanntem Gebiet ist sie von ihrem Nachschub abhängig; Material, Proviant, Munition und Brennstoff müssen tonnenweise über weite Wege herangeschafft werden, damit sie funktionieren kann. Ein afghanischer Guerillakommandant sagte einmal: „Wenn die Stahlkolosse der Russen nicht jeden Tag ihr Benzin bekommen, bleibt die Armee einfach stehen. Unsere Kamele und Esel hingegen fressen das Unkraut am Wegesrand und laufen immer weiter." Folgerichtig wurden vor allem die Nachschubkonvois der Sowjetarmee, die sich durch die engen Schluchten der afghanischen Gebirge quälten, immer wieder von den Mudschaheddin angegriffen und zerstört.

Nachgebaute Waffen

Diese überfallartigen Angriffe aus dem Hinterhalt erfüllen für die Guerillas gleich mehrere nützliche Zwecke: Sie unterbrechen den Nachschub des Feindes, sie zwingen ihn, immer mehr Soldaten und Waffen einzusetzen, um die Konvois zu beschützen; und sie sind eine ergiebige Quelle für die Versorgung der eigenen Truppen mit Waffen und Munition. Natürlich wird ein erfahrener Guerillakämpfer die gleichen Waffen wie seine Gegner tragen, weil er dann deren Munition verwenden kann. Die afghanischen Mudschaheddin gingen sogar so weit, die Kalaschnikow-Sturmgewehre und MG der Russen in ihren eigenen Waffenschmieden hinter der pakistanischen Grenze nachzubauen.

Die Attacken aus dem Hinterhalt haben aber noch eine weitere wichtige Funktion: Sie sollen den Besatzern Angst einjagen, sie demoralisieren, zermürben und ihnen das Gefühl geben, daß sie im fremden Land nirgendwo und zu keiner Minute sicher sind. „Die Guerilla ist wie das Wasser", hat ein Offizier des Vietkong einmal gesagt. „Ein Wassertropfen ist gar nichts; eine Million Wassertropfen sind ein Meer, das den härtesten Stein bricht."

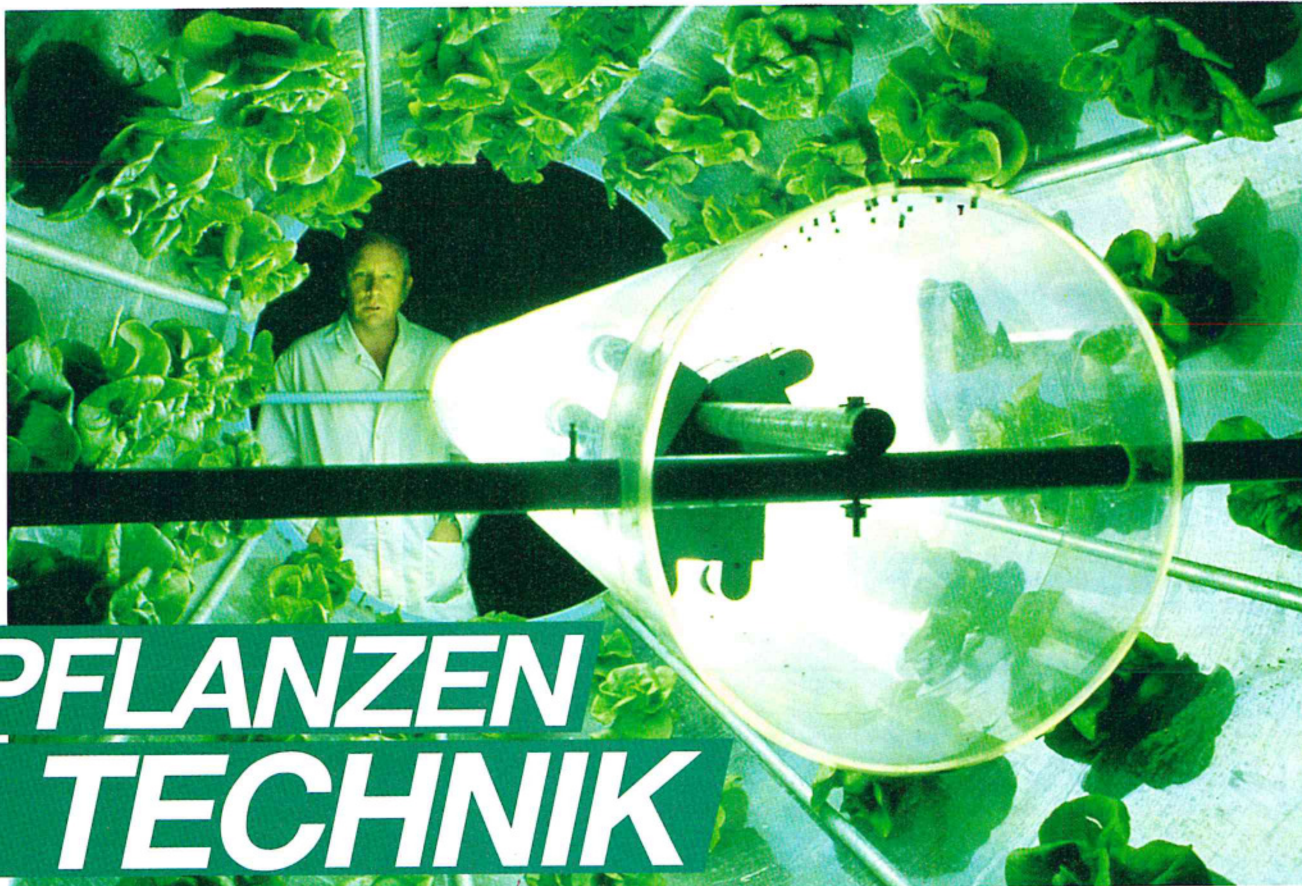
WIE EIN FISCH IM WASSER

Keine Guerillaarmee könnte ohne das Volk überleben, in dem sie untertauchen, sich verstecken und, wie Mao Tse-tung es einmal formuliert hat, „schwimmen kann, wie ein Fisch im Wasser". Wenn die Guerilla in der Bevölkerung Rückhalt findet und von ihr unterstützt wird, hat das viele Vorteile: Verstecke werden bereitgestellt, Informationen gesammelt und von Mund zu Mund weitergeleitet; Zivilisten übernehmen Erkundungs- und Kurierdienste, die Bevölkerung stellt Nahrungsmittel und Geld zur Verfügung. Deshalb unternehmen Guerillaarmeen oft große Propagandaanstrengungen (oben) und sorgen für die Versorgung armer Dörfer (unten). Aber auch die Gegner der Guerilla können Propaganda und humanitäre Hilfe einsetzen, und sie isolieren.

Frank Spooner/GAMMA







Terence Moore/Susan Griggs

PFLANZEN TECHNIK

DER TRAUM DES MENSCHEN, Wüsten in Äcker zu verwandeln, könnte schon bald Wirklichkeit werden. Wissenschaftler in aller Welt arbeiten an der Entwicklung neuer Anbautechniken und ungewöhnlicher Pflanzenzüchtungen.

In der unwirtlichen Ebene von La Mancha in Spanien hat die Zukunft schon begonnen. Hier erhebt sich ein riesiger „Solar-Schornstein" über ein großes Wüstenareal, das mit riesigen lichtdurchlässigen Kunststoff-Planen überdeckt ist. In diesem überdimensionalen Gewächshaus erhitzt sich tagsüber die Luft, und wenn nachts die Außentemperaturen stark abfallen, steigt sie in den hohen Schornstein auf und treibt auf ihrem Weg in die Höhe stromerzeugende Generatoren an. Während des Tages gedeihen die hier angebauten Nutzpflanzen in dem feuchtheißen Klima unter dem Plastikdach. Bei Nacht oder bei kühlem Wetter kann das Gewächshaus elektrisch aufgeheizt werden. Hierzu wird die im Solarschornstein produzierte und gespeicherte elektrische Energie verwertet.

Um die Ernährungsprobleme der Zukunft zu lösen, hoffen Wissenschaftler auf synthetische, also künstlich erzeugte Lebensmittel, deren Herstellung weniger Rohstoffe und Energie benötigt. Im Labor kann bereits problemlos Gras zu Milch verwandelt werden, wobei man die chemischen Vorgänge, die sich in den vier Mägen einer Kuh abspielen, einfach nachahmt. Mechanisch zerkleinertes Gras wird durch eine Reihe von Filtern mit Enzymen geführt, die denjenigen gleichen, die in den Mägen der Kuh für den Stoffwechsel sorgen. Am Ende der chemischen Prozesse kommt Milch aus den gläsernen „Eutern" des Labors.

▲ ***Ein Nebel** aus Nährstoffen versorgt den Spinat, der an den Wänden dieser Kunststofftrommel wächst. Sie dreht sich langsam, damit alle Pflanzen gleichmäßig Licht erhalten, und die künstliche Schwerkraft sorgt für normalen Wuchs.*

Bei einem anderen Syntheseverfahren sind Proteine (Eiweißstoffe) das Ergebnis. Dabei wird der Rohstoff mechanisch so weit zerkleinert, daß die Zellwände und -membranen aufbrechen.

Eiweißfabriken

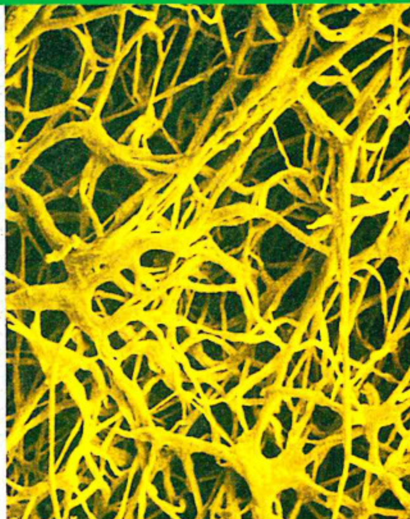
Das Zellplasma mit dem darin enthaltenen pflanzlichen Protein wird frei. Der eiweißreiche Pflanzensaft kann dann durch weitere Verarbeitungsschritte in die gewünschte Form gebracht werden. Er läßt sich etwa in Pulver verwandeln, das zur Eiweißanreicherung anderen Nahrungsmitteln beigemengt wird.

Tierisches Eiweiß zu erzeugen, ist ein zeitaufwendiges Verfahren, bei dem von Menschen dringend benötigte pflanzliche Nahrung als Tierfutter verschwendet wird. Eiweiß direkt aus Pflanzen zu gewinnen, ist hingegen wesentlich sinnvoller. Selbst Wildgräser und Bäume – als Tierfutter völlig ungeeignet – lassen sich hierzu verwerten, so daß im Prinzip jeder Wald und jede Steppe eine „Eiweißfabrik" sein kann.

Auch das, was wir bisher nur als Abfall in der Landwirtschaft ansehen, ist reich an Eiweiß. Dies gilt etwa für Bohnen, Erbsen und Wurzelgemüse, bei denen die eigentliche Pflanze, also Stengel, Blätter oder Hülsen, entfernt werden. Man schätzt, daß etwa die Hälfte des in den

FLEISCH AUS PILZEN

In bestimmten Pilzgeweben entstehen „Mykoproteine". Das an sich geschmacklose Eiweiß dieser Pilzkulturen kann künstlich aromatisiert werden und schmeckt dann wie Fleisch oder Geflügel. Es enthält wenig Fett und hat den gleichen Fasergehalt wie frisches Gemüse. Die langen Fäden werden Mycel genannt (hier in einer elektronenmikroskopischen Aufnahme); sie sind in eine Grund-Faserstruktur eingewoben, die der Struktur von Fleisch entspricht – der neue Nährstoff hat damit auch in Aussehen und Bißfestigkeit Ähnlichkeit mit echtem Fleisch oder Geflügel. Das „künstliche Fleisch der Zukunft" wird heute bereits in manchen Geschäften angeboten.



Dr. Tony Brain/SPL



Kaum zu glauben

EIN TELLER SUPER BITTE!

BENZIN TREIBT NICHT NUR AUTOS AN. ZUR ZEIT WERDEN BAKTERIEN UNTERSUCHT, DIE IN ERDÖL GUT GEDEIHEN. SIE KÖNNTEN ZUR EIWEISSGEWINNUNG DIENEN.



Paul Raymonde

Nutzpflanzen vorhandenen Proteins dabei verlorengeht. Die Herstellung von pflanzlichem Eiweiß macht den Wissenschaftlern heute weniger Kopfzerbrechen als dessen Vermarktung. Denn wer möchte schon gern einen „Greenburger", einen Hamburger aus Gras, essen?

Bakterien werden schon seit einiger Zeit fabrikmäßig gezüchtet. Ebenso werden auch Hefen kultiviert, um Viehfutter herzustellen. Der Vorteil der gezüchteten Hefe- und Bakterienproteine bei der Verfütterung an Tiere liegt darin, daß große Mengen an Fisch, Soja und Ölsaaten, die heute noch als Viehfutter dienen, für den menschlichen Verzehr zur Verfügung stehen würden.

Für die Widerstandsfähigkeit einer Pflanze gegen Krankheiten ist oft nur ein einzelnes Gen verantwortlich. Wissenschaftler versuchen nun, diese Abwehr-Gene auf andere Pflanzen zu übertragen. Durch erfolgreiche Genmanipulation und Genaufteilung könnten in Zukunft auch schädlingsabweisende Salat- und Gemüsesorten geschaffen werden.

Verwandte Arten wie etwa die Tomate und die Kartoffel hat man auf dem Wege der Zellfusion kombiniert, um neue Sorten zu züchten, etwa die „Tomatoffel". Die ersten Beispiele ergaben zwar weder gute Tomaten noch brauchbare Kartoffeln, bei weiterer Verfeinerung der Technik könnten die Pflanzen aber später einmal gleichzeitig über und unter der Erde Früchte tragen.

GEKLONTE PFLANZEN FÜR BESSERE ERNTEN

Um ertragreichere Nutzpflanzen zu züchten, werden inzwischen auch Pflanzen geklont, also genetisch völlig gleichartige Nachkommen aus Zellen der Mutterpflanze aufgezogen. Ein erster erfolgreicher Versuch war das Klonen einer Ölpalme. Kleine Wurzelabschnitte einer hochertragreichen Pflanze wurden in eine spezielle Nährlösung gelegt. Die Wurzelzellen vermehrten sich und bildeten eine „Callus" genannte Masse. Aus diesem Callusgewebe entwickelten sich winzige Ölbaumschößlinge. Diese wurden in einzelne Teströhrchen verpflanzt und unter kontrollierten Bedingungen großgezogen. Die Schößlinge wurden in den einzelnen Wachstumsstadien mit verschiedenen Nährstoffen versorgt. Die jungen Pflanzen nahm man aus den Teströhrchen, ließ sie jedoch im Labor, bis sie sich so weit entwickelt hatten, daß man sie in besonderen Pflanzsäcken ins Freie bringen und auf dem Feld aussetzen konnte.



Unilever

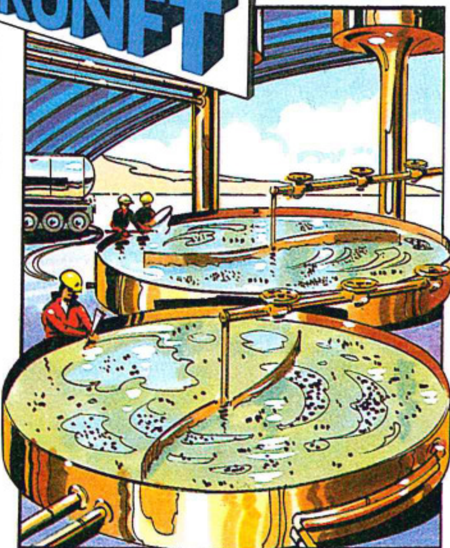
Gespeichertes Wasser

Neue Kombinationen zwischen Nutzpflanzen und Sukkulenten wie Ananas oder Kakteen könnten Wirklichkeit werden. Sukkulenten sind Pflanzen, die in Trockengebieten wachsen und in ihren Blättern, im Stamm oder in den Wurzeln Wasser speichern. Tagsüber schließen sie ihre Poren, um Verdunstung zu verhindern. Sie benötigen nur zehn Prozent der Wassermenge, die andere Pflanzen zur Produktion der gleichen Menge Trockengewicht benötigen. Lassen sich ihre Eigenschaften etwa auf Weizen übertragen, könnten die Anbaugebiete weltweit erweitert werden.

Mit Spannung erwartet man auch einen Durchbruch der modernen Pflanzentechnik – Nutzpflanzen sollen die Fähigkeit gewinnen, Stickstoff zu binden. Bisher sind nur einzelne Grünpflanzen dazu in der Lage. Die Übertragung dieser Fähigkeit könnte sehr wirtschaftliche Nutzpflanzen ergeben, die ohne künstliche Stickstoffdüngung wachsen, die Umwelt entlasten und die Ernährungsprobleme des Planeten mindern.

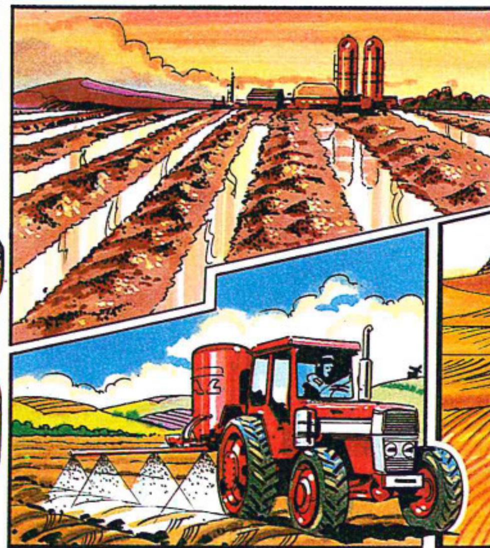
BLICK IN DIE ZUKUNFT

IM KAMPF GEGEN DIE WÜSTE



Joe Lawrence

▲ *Um die Ausdehnung der Wüste zu verhindern, könnten Algen in riesigen Tanks gezüchtet und zur Fruchtbarmachung eingesetzt werden.*



▲ *Am Wüstenrand werden Kanäle gezogen, in denen die Algen gären, wobei sie Methangas freisetzen; die Reste werden als Dünger benutzt.*



▲ *Dann könnten Bäume angepflanzt werden, die als Wasserspeicher dienen und durch Klimaveränderung Regen verursachen.*

SUPERMARKT 2000



***Die Zeiten, in denen** Kassierer jeden Preis von Hand in ratternde Kassen tippen mußten, sind vorbei. Scannerkassen haben Laser, deren elektronische „Augen" den Strichcode lesen können, der auf die Packung jeder Ware gedruckt ist. Durch die besondere Anordnung der roten Laserstrahlen kann der Computer den Barcode auch dann noch entziffern, wenn die Packung beinahe auf dem Kopf steht.*

Paul Shambroom/SPL

- BARCODES
- FLACHBETTSCANNER
- SMART CARDS

NICHT NUR GENERÄLE und Kapitäne sind an ihren Streifen zu erkennen, heute tragen auch Gemüsedosen und Limonadenflaschen Streifen, die ihren Wert verraten.

Barcodes oder Balkencodes nennt man die senkrechten schwarzen Streifen, die heute auf fast jeder abgepackten Ware zu finden sind. Mit dieser verschlüsselten Preisauszeichnung, mit der der Käufer nichts anfangen kann, da sie nur per Computer lesbar ist, wurde Anfang der achtziger Jahre begonnen.

In modernen Supermärkten fallen an den Kassentischen die flachen Glasscheiben auf, aus denen gebündelte rote Lichtstrahlen schießen. Es sind die Laserstrahlen eines „Flachbettscanners", die aus jedem beliebigen Winkel die Balkenstreifen lesen können, wenn die Kassiererin die Waren über die Scheibe führt. Sie braucht nicht mehr den Preis für jedes einzelne Stück einzutippen, denn der Scanner liest für sie die Informationen, die sich hinter den Streifen verbergen. Er wandelt die Balken des Codes in acht- oder dreizehnstellige Zahlen um und leitet sie in dieser Form an einen Mikrocomputer weiter, der in der Kasse eingebaut ist.

Der Preis einer Ware kann innerhalb einer Woche gleich mehrfach wechseln. Früher mußte dann jede einzelne Packung in den Verkaufsregalen neu ausgezeichnet werden. Beim Barcode-System nutzt die Kasse den Barcode und liest den Preis aus dem Speicher ab, eine Technik, die PLU-Verfahren (Price Look Up) genannt wird. Der Preis wird dann auf dem Kassendisplay angezeigt und zusammen mit der Warenbezeichnung auf den Kassenbon gedruckt. Die Preise lassen sich nun einfach durch das Einlesen neuer Informationen in den Kassencomputer ändern. Allerdings muß man beim Einkaufen in einem solchen Super-

ANA UK Ltd.



▶ ***Ein Handleser** übersetzt den Barcode auf einem Großkarton in Zahlen. Die Daten werden zunächst im Scanner gespeichert und nach Geschäftsschluß zum günstigen Nachttarif per Telefonleitung an den Zentralcomputer der Lagerhaltung übertragen.*



DAS GEHEIMNIS DER STREIFEN



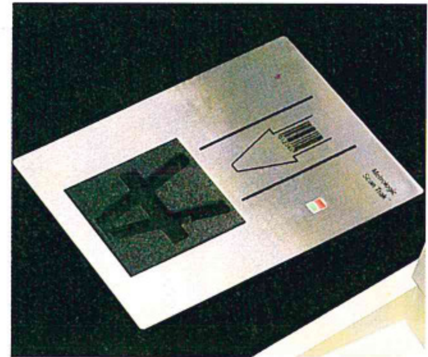


Die ersten beiden Ziffern des Barcodes geben das Herstellungsland an, die nächsten fünf bezeichnen den Hersteller der Ware. Darauf folgen fünf Ziffern zur Identifizierung des Produktes. Die letzte Zahl dient zur Prüfung, ob der Barcode beim Lesen korrekt übertragen wurde. Der Preis ist nicht direkt abzulesen.





Es gibt unzählige verschiedener Kombinationen von Barcodes; daher muß ein Lesegerät (rechts) überaus exakt arbeiten. Die modernsten Geräte erreichen bei sauber gedruckten Balken eine Genauigkeit von fast 100 Prozent.



ANA UK Ltd.

markt darauf aufpassen, daß man seine Tüte Chips auch wirklich zum aktuellen Preis bekommt.

Die Preisauszeichnung kann entweder im Laden erfolgen, oder es wird vom Großcomputer in der Zentrale der Supermarktkette aus mit einem Befehl in allen Filialen gleichzeitig der Preis auf den neuesten Stand gebracht.

In einigen amerikanischen Supermärkten nennt eine künstliche Stimme gleichzeitig mit der Kassenanzeige den Preis, damit der Kunde ihn leichter überprüfen kann.

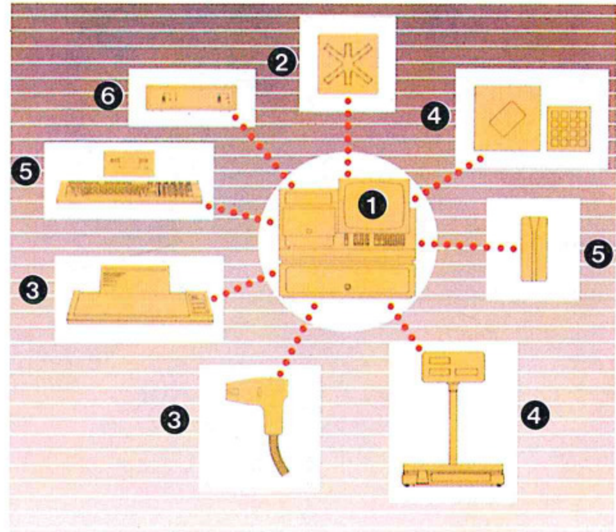
Lagersysteme

Gehören die Geschäfte zu einer größeren Ladenkette, so sind sie mit dem Hauptcomputer der Zentrale direkt verbunden. Dieser Computer registriert alle Verkäufe. Sinken die Vorräte unter eine bestimmte Mindestgrenze, geht sofort eine Bestellung an den Hersteller heraus, damit die Regale in den Filialen nicht leerstehen. Gleichzeitig lassen sich aber durch den ständigen Nachschub die Lagerbestände sehr klein halten und damit Kosten verringern.

Werden die Waren vom Hersteller angeliefert, sind sie gewöhnlich in Großkartons abgepackt. Auch auf diesen Packungen sind Barcodes aufgedruckt, die beim Entladen von einem Mitarbeiter mit einem Handscanner abgelesen werden. Dieser ist entweder mit einem Minicomputer im Supermarkt gekoppelt, oder die Daten werden auf Band gespeichert und erst später in die Zentrale übermittelt.

Die Barcodes auf den Großkartons geben nicht nur den Warentyp, sondern auch die verpackte Menge an und sind daher länger als die auf den Einzelpackungen. Die aufgezeichneten Informationen geben Überblick über die Lagerbestände, ohne daß dazu umfangreiche Listen oder eine komplette Inventur nötig wären. Wenn die Scannerkassen mit dem Zentralcomputer verbunden sind und auch die Liefer- und Lagerinformationen dorthin weitergegeben werden, dann kann über einen einzigen Computer der gesamte Ablauf in der ganzen Supermarktkette kontrolliert werden.

Im integrierten Einzelhandelssystem des Jahres 2000 werden die Computerkassen zusätzlich auch mit einem vollelektronischen Zahlungssystem versehen sein. Bei Einsatz des EFTPOS-Systems (Electronic Funds Transfer at Point of Sale = Elektronischer Geldtransfer beim Kauf) kann der Kunde an der Kasse eine kleine Plastikkarte im Format der heute üblichen Kreditkarten vorweisen. Diese wird in das Kassenterminal geschoben, das die aktuellen persönlichen Daten und den Kontostand einliest. Wenn alles o.k. ist, gibt das EFTPOS-System den Verkauf frei, wobei nicht einmal Kontakt mit dem Zentralcomputer aufgenommen werden muß.



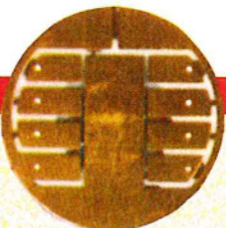
► ***Ein integriertes*** *Warenwirtschaftssystem verfügt über eine große Zahl von Peripheriegeräten, die mit einem Zentralrechner verbunden sind.*
1 *Computerkasse mit der Möglichkeit bargeldloser Zahlung*
2 *Flachbettscanner*
3 *Mikrocomputer und Barcodeleser für Lagerüberwachung*
4 *Waage mit Drucker für Aufkleber mit Barcode (für Frischwaren)*
5 *EFTPOS-Terminal*
6 *Datenverbindung per Modem*

Bargeldloser Kauf

Verkaufsdaten werden so lange im Speicher der Kasse gehalten, bis das EFTPOS-Terminal den Zentralcomputer anruft. Dies geschieht meist nachts, da dann die Leitungskosten billiger sind. Der Betrag wird vom Kundenkonto elektronisch auf das Konto des Supermarkts umgebucht.

In Frankreich sind heute schon über drei Millionen der sogenannten „Smart Cards", also intelligente Kreditkarten, in Benutzung. Mit ihnen wird beim Kauf das Konto des Kunden direkt belastet. Diese Smart Cards besitzen einen eingebauten Chip zur Speicherung von Informationen. In Deutschland sind inzwischen viele Kaufhäuser und fast alle Tankstellen mit Lesegeräten für Kreditkarten oder Euroscheckkarten ausgestattet. Der Kassierer braucht nur noch den Betrag einzutippen, der Kunde bestätigt ihn per Knopfdruck und gibt bei Euroscheckkarten zur Sicherheit seine persönliche Geheimnummer an. Über Datenleitung wird die Gültigkeit der Karte überprüft und der Betrag vom Konto des Kunden abgebucht. Aber eins können all diese Karten dem gestreßten Kunden nicht abnehmen: das Abhaken auf dem Einkaufzettel!

INTELLIGENTES GELD





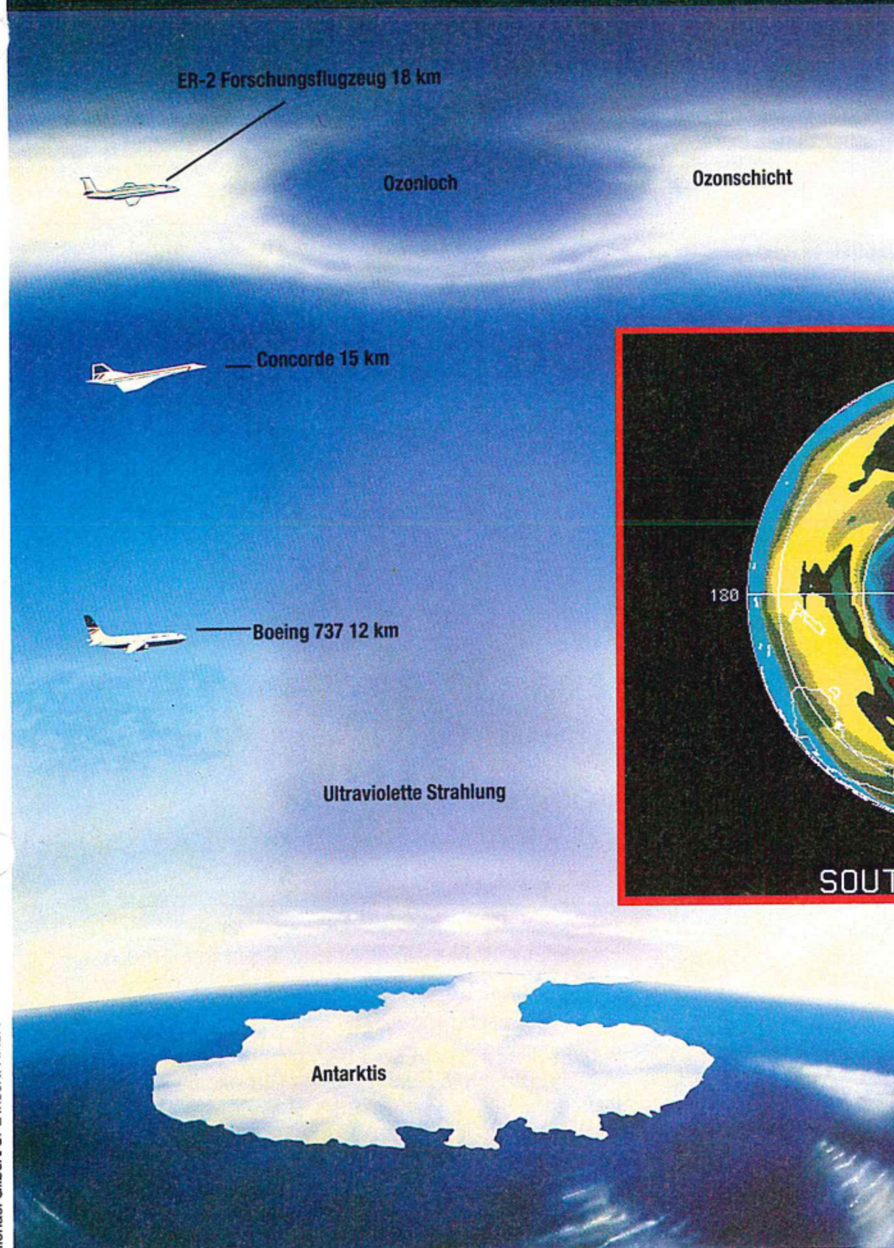
100 UNITES D'UTILISATION

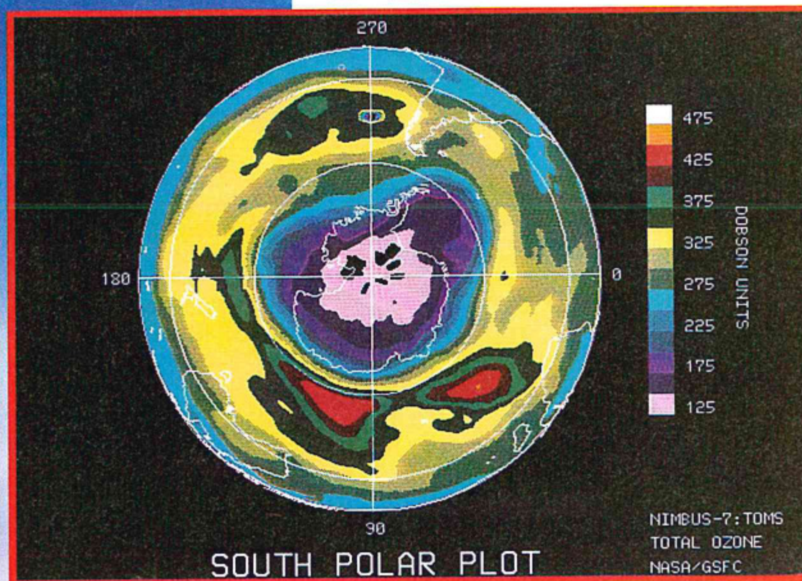
Die Bull-Smartcard CP8 hat einen Speicherchip, der auch Einzelheiten über die Kreditwürdigkeit des Inhabers enthält – diese wird automatisch an der Computerkasse geprüft. Die Rechnung wird am gleichen Tag vom Konto des Käufers abgebucht.

Honeywell Bull

● TREIBHAUSEFFEKT ● RAUCHFALLEN ● OZONLOCH

BEDROHTES KLIMA





◀ ▲ ***Sonnige Tage** könnten in einigen Jahren zur Gefahr werden, wenn die Ozonschicht immer dünner wird, so daß mehr und mehr ultraviolettes Licht auf die Erde gelangt. Schon jetzt entsteht über der Antarktis ein Ozonloch, das man auf der Computergraphik als rosa Fläche erkennt (oben).*

DER MENSCH BEEINFLUSST das Klima der Erde ständig – allerdings meist unbeabsichtigt und zu seinem eigenen Schaden. Sonnenschein zu Ferienbeginn und Schnee zu Weihnachten lassen sich (noch) nicht programmieren.

Bis heute besteht die einzige Möglichkeit des Menschen, das Wetter gezielt zu beeinflussen, im wesentlichen darin, daß man Wolken aus Flugzeugen mit Silberjodidkristallen „impft", damit sie ihre Wasserlast abregnen. Die Kristalle werden in der Wolke zu „Kondensationskernen", an denen sich der Wasserdampf der Wolke anlagern kann; jedes der so entstandenen kleinen Tröpfchen kann dann mit anderen zusammenstoßen, so daß sich größere Wassertropfen bilden, die als Regen zur Erde fallen.

Man hat dieses Verfahren auch angewandt, um die Gewalt tropischer Stürme zu verringern. Stellte der Wetterdienst fest, daß sich ein Tiefdruckgebiet zu einem Hurrikan entwickeln könnte, starteten Flugzeuge, die über den Wolken nahe dem Zentrum des Tiefdrucksystems Silberjodidladungen abwarfen. Der Regen, der dadurch ausgelöst wurde, fiel durch die warmen Luftschichten, kühlte sie ab und verhinderte wahrscheinlich, daß sich die Sturmwolken in einem Wirbelsturm entluden.

Bäume beeinflussen das Wetter auf vielfältige Weise. Wälder sind ein Wetter- und Windschutz. Die Wurzeln verhindern, daß wertvoller Mutterboden vom Regen weggeschwemmt, die Kronen, daß er vom Wind fortgeblasen wird. Über ihre Blätter geben Bäume große Mengen Wasserdampf in die Atmosphäre ab, die den Wassergehalt der Luft so heraufsetzen können, daß es zu einer Zunahme der örtlichen Regenfälle kommt. Auf der



▶ ***An Bord** eines Flugzeuges der NASA studiert ein Wissenschaftler Computerausdrucke von Messungen atmosphärischer Gase.*



DIE RAUCHFALLE

Autoabgase und Rauch aus Fabrikschornsteinen steigen in der Regel in die Atmosphäre empor, weil sie wärmer als die sie umgebende Luft sind. Unter normalen Bedingungen nimmt die Temperatur der Luft mit zunehmender Höhe ab, so daß die umweltbelastenden Gase in große Höhen steigen, bevor sie sich verteilen. Unter ungewöhnlichen Wetterbedingungen kann aber eine sogenannte „Inversionslage" entstehen, bei der eine Schicht warmer Luft kältere Luft am Boden wie unter einer Käseglocke festhält. Abgase und Schwebstoffe werden dicht über dem Boden „eingesperrt" – der gefürchtete Smog entsteht („Smog" ist ein englisches Kunstwort aus den Wörtern „smoke" = Rauch und „Fog" = Nebel). Smog ist nicht nur unangenehm; er kann für kranke Leute tödlich sein.

Die verschiedenen Gase, aus denen die Atmosphäre besteht, tragen in unterschiedlichem Ausmaß zu diesem Effekt bei – am stärksten das Kohlendioxid (CO_2), ein Gas, das bei der Verbrennung von Öl, Gas, Kohle oder Holz entsteht. Große Mengen davon werden freigesetzt, wenn man Wälder abbrennt, um Weideland zu gewinnen. Man hat errechnet, daß sieben Millionen Quadratkilometer neuer Wälder gepflanzt werden müßten, nur um das Kohlendioxid aus der Atmosphäre zu filtern, das bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe entsteht.

Gefährliche Gase

Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) wurden bis vor kurzem als Treibmittel in Spraydosen und werden immer noch als Kühlmittel in Klimaanlagen und Transformatoren verwendet. Die Europäische Union will bis 1996 auf die Herstellung und Verwendung von FCKW verzichten, denn sie zählen zu den Stoffen, die für den Treibhauseffekt und die Entstehung des Ozonlochs verantwortlich sind.

Die Mengen schädlicher Gase, die durch menschliche Aktivitäten an die Luft abgegeben werden, könnten den Effekt haben, daß sich die Durchschnittstemperatur bis zum Jahr 2015 um 1° C erhöht; allerdings streiten sich darüber die Wissenschaftler noch.

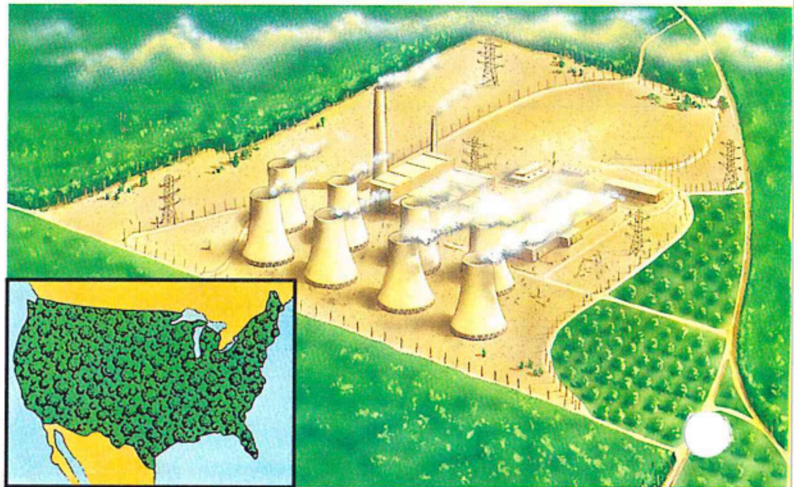
Wachsende Wüsten

Eine derartige Temperaturerhöhung könnte katastrophale Folgen haben: Bei einer Zunahme um lediglich 2° C dehnen sich die Wüsten vom Äquator weiter nach Norden und Süden aus; der „Weizengürtel" Amerikas verwandelt sich in eine unfruchtbare „Staubschüssel". Die Monsunregenfälle Indiens und Asiens werden an Stärke zunehmen und zu häufigeren Flutkatastrophen führen.

Fluorchlorkohlenwasserstoffe schädigen wahrscheinlich nicht nur die Atmosphäre, sondern auch die Ozonschicht des Planeten. Ozongas (eine Molekülform des Sauerstoffs) findet sich überall in der Atmosphäre, die größten Konzentrationen zwischen 20 und 30 Kilometer über dem Boden. Die Ozonschicht schützt die Erde vor dem größten Teil der von der Sonne kommenden ultravioletten Strahlung.

Es ist die ultraviolette Strahlung, die unsere Haut bräunt; sie läßt sie aber auch altern und kann, wenn die Haut ihr zu stark ausgesetzt wird, zu Melanomen (Hautkrebs) führen.

In den letzten Jahren haben Wissenschaftler ein riesiges Ozonloch über der Antarktis entdeckt, einen starken Rückgang der Ozonkonzentration. Es wird angenommen, daß dieser Rückgang durch Fluorchlorkohlenwasserstoffe hervorgerufen wurde. Weitere Untersuchungen haben gezeigt, daß die Ozonmengen in der Atmosphäre weltweit zurückgegangen sind. Das ist ein sehr ernstes Problem, da ein Rückgang der Ozonkonzentration um nur ein Prozent eine Zunahme der Hautkrebserkrankungen um fünf Prozent hervorrufen könnte.



Chris Lyon

▶ ***Aufforstung*** *gegen Schäden durch CO_2: Um den weltweiten Gesamtausstoß an CO_2 zu neutralisieren, wäre eine zusätzliche Waldfläche von der Größe der Vereinigten Staaten vonnöten!*



Hutchison Library

◀ ***Regenwälder*** *werden abgeholzt, um Edelhölzer und Weidefläche zu gewinnen. Die Folge: weltweiter Anstieg des CO_2-Gehaltes in der Atmosphäre.*

trockenen Ostseite der Mittelmeerinsel Kreta pflanzt die griechische Regierung jetzt Bäume, um die Regenfälle zu steigern und in dieser Klimazone die Landwirtschaft zu ermöglichen.

Außerdem wirken Bäume dem „Treibhauseffekt" entgegen. Darunter versteht man die Tatsache, daß die von der Erdoberfläche abgestrahlte Wärme in der Atmosphäre „gefangen" wird. Das ist zunächst gut für die Menschen: Wenn es den Luftmantel um den Erdball nicht gäbe, wäre es auf der Erde über 30° C kälter. Der Luftmantel funktioniert ähnlich wie die Glasflächen eines Gewächshauses, die sichtbares Licht durchlassen, damit das Innere erwärmt wird, dann aber die Hitzestrahlung zurückhalten, die entweichen möchte.

Kaum zu glauben



FROSTIGE AUSSICHTEN
DAS VERFEUERN FOSSILER BRENNSTOFFE KÖNNTE AUCH ZUR ABKÜHLUNG DER ERDE FÜHREN – WENN RUSS UND STAUB WENIGER SONNENLICHT DURCHLASSEN. EINE NEUE EISZEIT MIT GLETSCHERN, DIE SICH BIS IN UNSERE BREITEN ERSTRECKEN, WÄRE DIE FOLGE.

Paul Raymonde

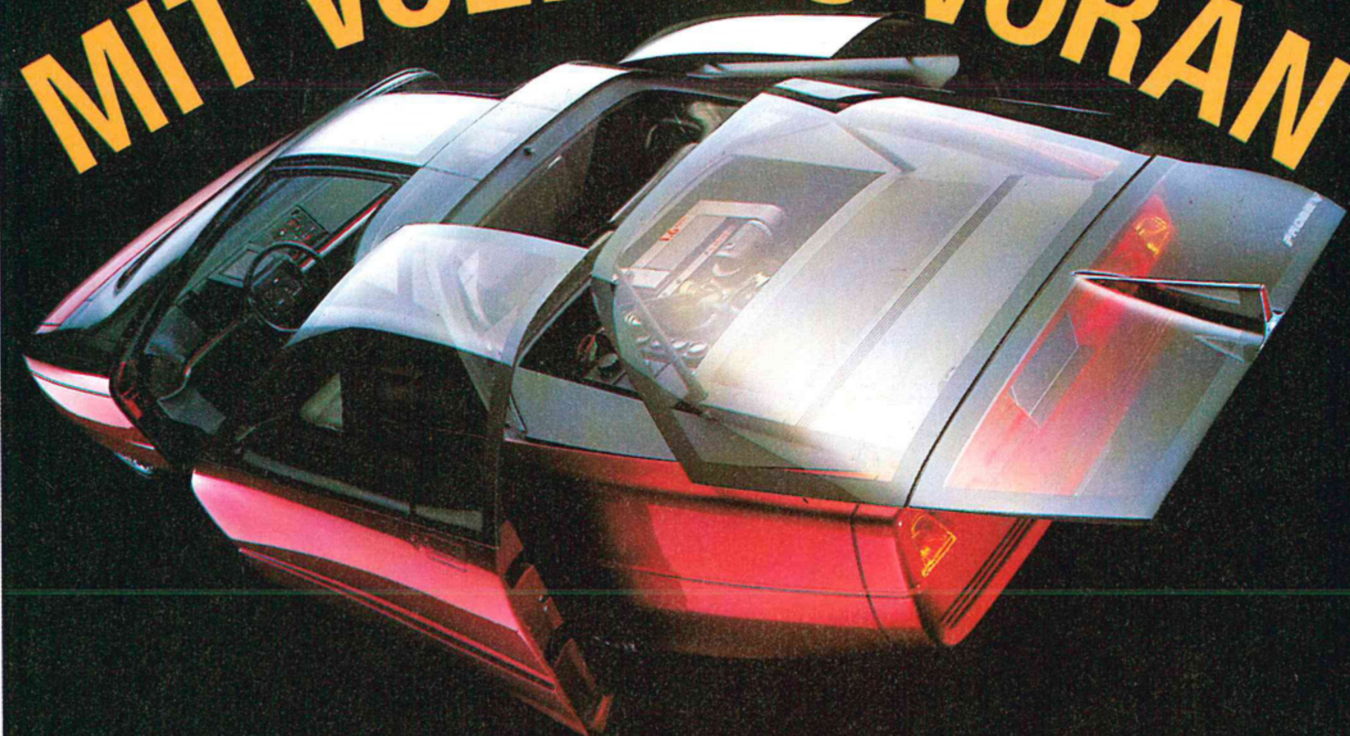


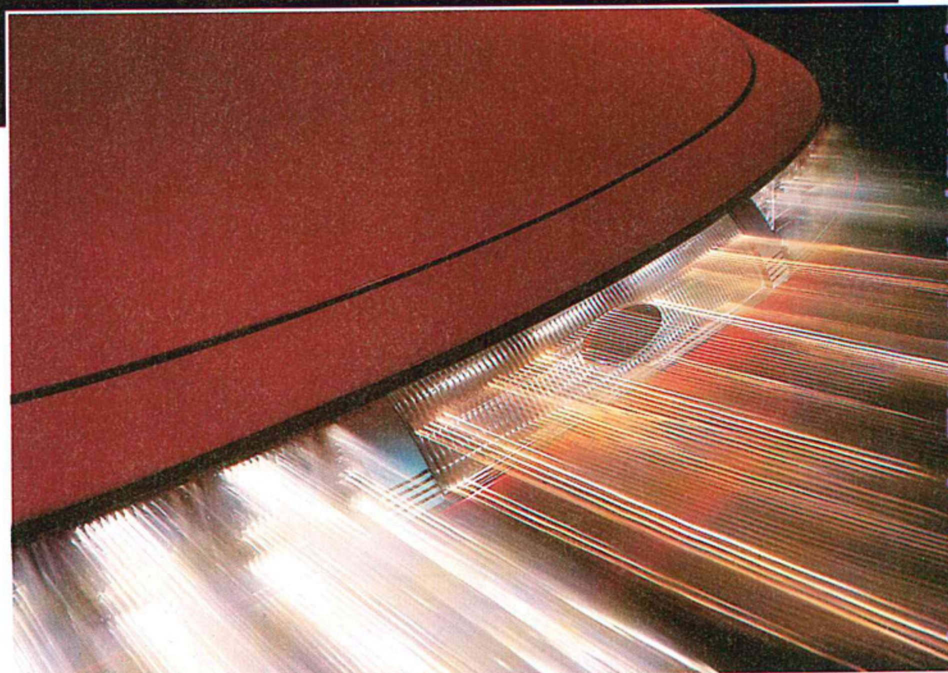
Sealand Areal Photography

▶ ***„Künstliches Wetter"*** *unter einer Kuppel schützt die Besucher eines englischen Vergnügungsparks vor dem landesüblichen Dauerregen.*



MIT VOLLGAS VORAN





● KÜRZERE FAHRZEITEN

● ZUKUNFTSAUTOS

● SUPERZÜGE

NOCH WINDSCHNITTIGER, sicherer und komfortabler werden die Autos der Zukunft sein – und sie werden die meiste Zeit im Stau stehen. Noch dazu erwächst ihnen eine immer stärkere Konkurrenz: superschnelle Züge.

Das Auto der Zukunft wird völlig glatte Formen haben, keinerlei Rillen oder Nahtstellen. Die Frontscheibe wölbt sich über den Kopf des Fahrers, das Rückfenster schließt glatt an die Karosserie an. Fugen und Dichtleisten fehlen, um den Strömungsverlauf nicht zu stören und um so Kraftstoff zu sparen.

Die wichtigsten Neuerungen liegen allerdings unter der Motorhaube: Ein elektronisches System unterstützt die herkömmliche Mechanik. Das „Gehirn" des modernen Autos – ein leistungsfähiger Computer – ist Zentrale für alle Funktionen. Es kann unter anderem:

● die Türen entriegeln, den Motor und das Radio in Betrieb setzen und Sitze oder Lenkrad auf vorher einprogrammierte Positionen einstellen;

● Fehlfunktionen des Motors melden;

● die Distanz zum vorausfahrenden Wagen messen und die Bremsen betätigen, wenn der Abstand zum Vordermann gering wird;

● durch aktive Fahrwerksteuerung, also das Absenken oder Heben der einzelnen Räder, Schlaglöcher und Bodenwellen ausgleichen;

● die Beschleunigung durch digitale Signale der Motorelektronik an den Vergaser steuern.

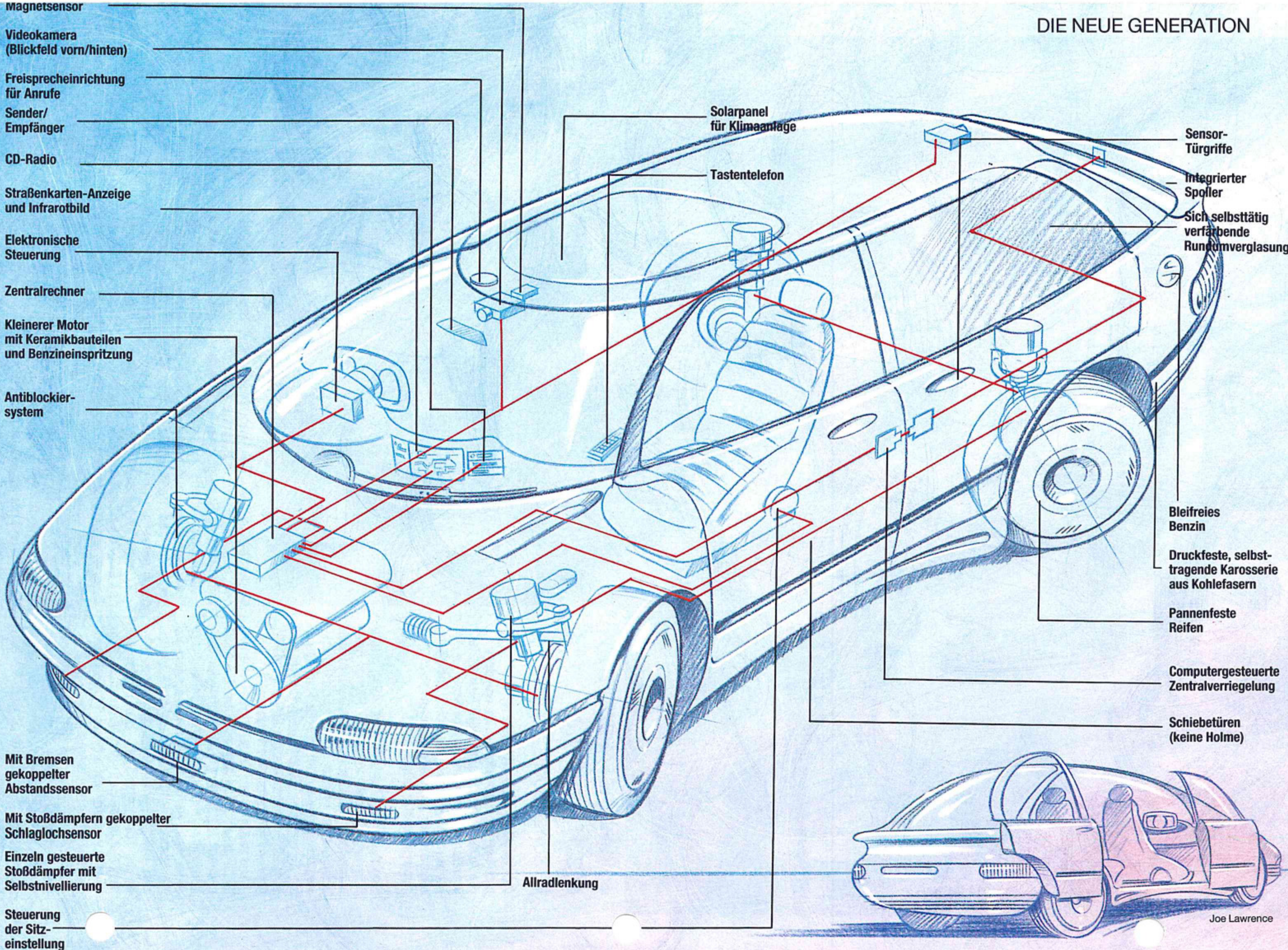
Zu den Verbesserungen der Sicherheit tragen weitere Neuerungen bei:

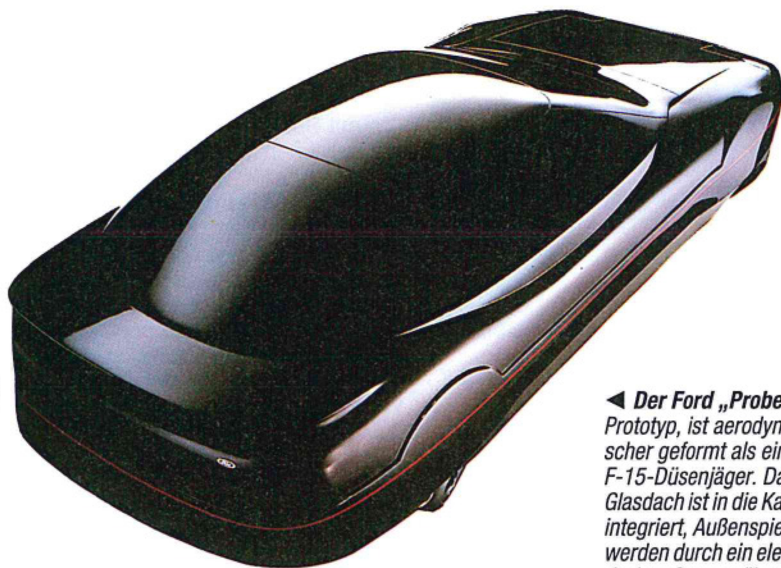
● Sensoren, die Gefahren aufspüren, die der Fahrer nicht direkt wahrnehmen kann, und vor ihnen warnen;

● ein Bildschirm im Armaturenbrett, der das Infrarotbild der Straße zeigt, um auch bei Nacht und Nebel gute Sicht zu gewährleisten.

***Das Auto der Zukunft** wird leichter und flacher sein – von der Aerodynamik her wird es eher an ein Flugzeug als an ein Auto von heute erinnern. Vielleicht wird es sogar „fliegen": Anstatt auf Reifen zu rollen, könnte es auch auf einem Luftpolster 30 cm über den Boden gleiten. Schwebende Fahrzeuge, bei denen die Reibung keine Rolle mehr spielt, können mit geringsten Energiemengen in jede Richtung bewegt werden.*




Magnetsensor
Videokamera (Blickfeld vorn/hinten)
Freisprecheinrichtung für Anrufe
Sender/ Empfänger
CD-Radio
Straßenkarten-Anzeige und Infrarotbild
Elektronische Steuerung
Zentralrechner
Kleinerer Motor mit Keramikbauteilen und Benzineinspritzung
Antiblockier-system
Mit Bremsen gekoppelter Abstandssensor
Mit Stoßdämpfern gekoppelter Schlaglochsensor
Einzeln gesteuerte Stoßdämpfer mit Selbstnivellierung
Steuerung der Sitz-einstellung
Solarpanel für Klimaanlage
Tastentelefon
Allradlenkung
Sensor-Türgriffe
Integrierter Spoiler
Sich selbsttätig verfärbende Rundumverglasung
Bleifreies Benzin
Druckfeste, selbst-tragende Karosserie aus Kohlefasern
Pannenfeste Reifen
Computergesteuerte Zentralverriegelung
Schiebetüren (keine Holme)
Joe Lawrence



◀ ***Der Ford „Probe V"**, ein Prototyp, ist aerodynamischer geformt als ein F-15-Düsenjäger. Das Glasdach ist in die Karosserie integriert, Außenspiegel werden durch ein elektro-optisches System überflüssig.*

- stärkere und schwerere Schienen als allgemein üblich.

Alle heute bereits fahrenden Superzüge und auch die für die Zukunft geplanten werden durch Oberleitungen mit elektrischer Energie versorgt. Der französische Hochgeschwindigkeitszug TGV (Train à Grande Vitesse) hat an jedem Ende einen Antriebskopf.

Strecken ohne Tunnel

Für den TGV wurde eigens eine Strecke gebaut. Dieser neue Zug fährt auf direkter Linie über Geländeerhebungen, anstatt die Berge auf Serpentinen zu erklettern. Der TGV kann Steigungen bis zu 3,5 % bewältigen. Sensoren erkennen die Neigung der Strecke und passen ihr die Antriebskraft an.

- verbesserte Antischlupf- und Antiblockiersysteme, die Antriebsräder und Bremsen kontrollieren.

Die am stärksten durch Hitze beanspruchten Teile der Maschine könnte man zukünftig aus strapazierfähiger Keramik oder neuen Metallverbindungen herstellen. Manche dieser neuen Werkstoffe werden heute bereits getestet.

Bei den meisten Autos wird die elektronische Benzineinspritzung den einfachen Vergaser ablösen. Neue Maschinen werden mit einer Vielzahl Sensoren ausgerüstet, die vom Sauerstoffgehalt des Luft/Benzingemisches bis hin zu den Vibrationen der Zylinder ständig jede Kleinigkeit überwachen.

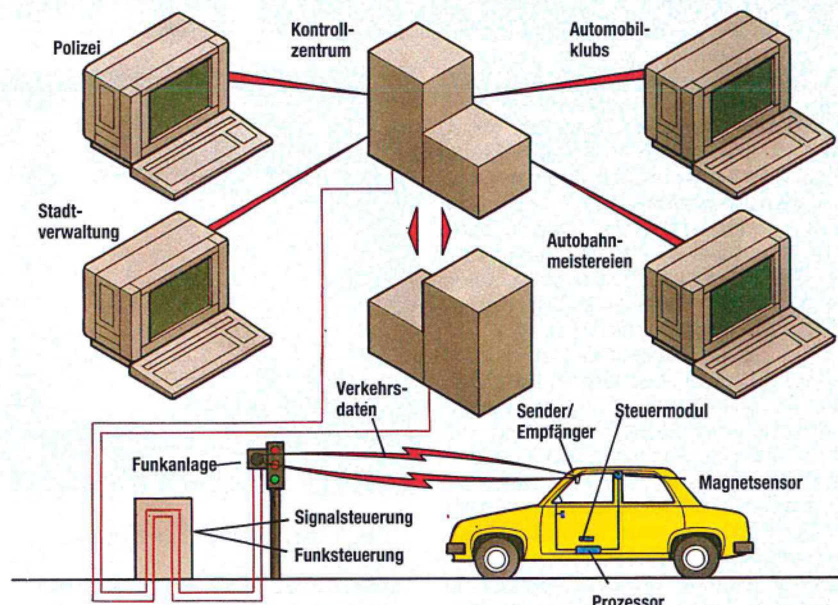
Die Züge von morgen

Vor noch nicht einmal 20 Jahren schien es so, als ob der Langstreckenzugverkehr durch die Konkurrenz von Auto und Flugzeug zur Bedeutungslosigkeit absinken würde. Heute dagegen sind Hochgeschwindigkeitsstrecken im Bau, auf der die Züge mit bis zu 300 km/h fahren werden.

Bereits 1955 stellte ein speziell ausgerüsteter französischer Zug mit 331 km/h einen beachtlichen Weltrekord auf. Allerdings ist eine Rekordfahrt um Welten von den Reisegeschwindigkeiten im regulären Zugverkehr entfernt, denn für schnelle Fahrten braucht man außer starken Lokomotiven:

- eine möglichst gerade Streckenführung mit leicht überhöhten Kurven oder Waggons mit sich neigenden Wagenkästen (Pendolino), damit enge Kurven schnell durchfahren werden können, ohne daß der Zug „kentert";
- möglichst strömungsgünstig geformte Lokomotiven und Wagen, damit die Fahrgäste nicht durch große Luftdruckschwankungen belästigt werden;
- ein modernes Signalsystem, um Züge bei Gefahr rechtzeitig anzuhalten;

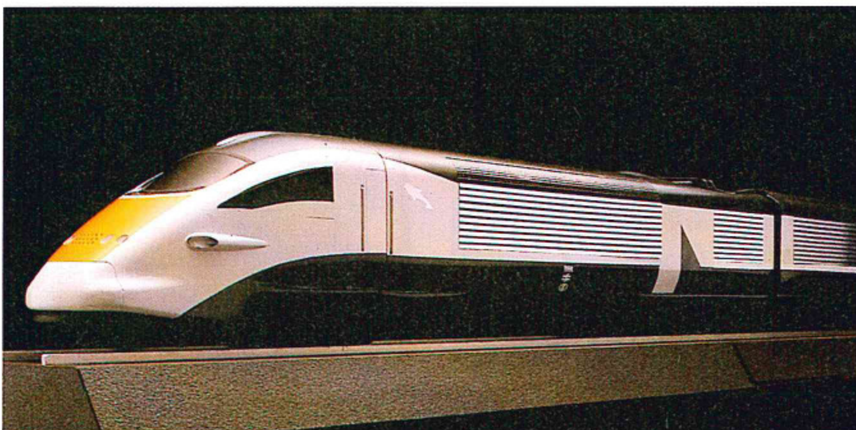
AUTOMATISCHES VERKEHRSLEITUNGSSYSTEM



Funkanlagen übermitteln Informationen zwischen einem Zentralcomputer und Autos, die mit einem Bildschirm, einem Infrarot-Empfänger und einem Sender ausgerüstet sind. Der Fahrer gibt zunächst seinen Zielort ein. Wenn das Auto eine der Funkanlagen passiert, erhält er auf dem Bildschirm genaue Richtungsangaben; eine synthetische Stimme übermittelt zusätzliche Informationen. Jeder Funkstützpunkt erkennt, wohin das Auto fahren soll, und leitet es zum nächsten Stützpunkt weiter.

Auf der ersten TGV-Strecke in Südfrankreich gab es keinen Tunnel. Man sah Schwierigkeiten voraus: Wenn ein Zug mit großer Geschwindigkeit auf die Luftsäule im Tunnel stößt, kann sie nicht schnell genug entweichen. Die Folge wäre ein spürbarer Zusammenprall mit der Luft. Daher legte man die Gleise lieber in tiefe Geländeeinschnitte.

Frankreich brach 1990 mit 515 km/h den Geschwindigkeitsrekord für Züge.



◀ ***Windschnittig** sind die neuen Autotransportzüge, die seit Mitte 1994 durch den Kanaltunnel fahren und Frankreich mit England verbinden. Die Waggons sind geschlossen, damit die Fahrgäste die Autos während der Fahrt verlassen können.*





▶ ***Elektronische Signale*** *vom Kontrollzentrum in Lyon werden im Fahrstand des TGV angezeigt. Sie informieren den Lokführer jederzeit über die optimale Geschwindigkeit seiner Lokomotive.*

French Railways



◀ ***Der französische TGV*** *wurde 1981 in Betrieb genommen und hat seine eigene Strecke, auf der kein anderer Zug verkehrt. Diese Strecke wurde mit möglichst wenig Kurven gebaut, so daß eine gleichmäßige Geschwindigkeit beibehalten werden kann. Die Stromzufuhr erfolgt per Stromabnehmer aus einer Oberleitung.*

French Railways

die endlosen Weiten seines Landesinneren mit Superzügen zu überwinden. Die australischen VFT's (Very Fast Train/ Sehr schneller Zug) sollen sage und schreibe 350 km/h erreichen und die Fahrtzeit von Sydney nach Melbourne auf drei Stunden verkürzen.

Ein voller Erfolg wurde in Deutschland der InterCityExpress (ICE) der Bundesbahn, der auf den Neubaustrecken zwischen Hamburg-Frankfurt-München sowie Mannheim-Stuttgart und Hannover-Würzburg Geschwindigkeiten von 250 km/h erreicht. Streckenweise werden auch Geschwindigkeiten von 280 km/h gefahren.

Jetzt wird bereits das Nachfolgemodell ICE II eingeführt, das sich äußerlich nicht vom ursprünglichen Modell unterscheidet. Die neuen Züge können jedoch auch in Kurzversion mit nur einem Triebkopf fahren und werden auf weniger stark benutzten Strecken – wie etwa nach Berlin – eingesetzt. Im Berlin-Verkehr fährt der ICE nur normale Schnellzuggeschwindigkeiten, da die Strecken nicht für Hochgeschwindigkeitsfahrt ausgebaut sind.

Der schnellste Güterwagen der Bundesbahn erreichte 1991 bei einer Testfahrt 213 km/h. Er soll im InterCargo-Express – dem ICE für Gütertransporte – eingesetzt werden.

Den Weltrekord für die schnellste Fahrt eines Zuges mit Passagieren an Bord hält momentan Japan: Dort fuhr am 4. Februar 1987 der Versuchszug Maglev ML-500 auf einer sieben Kilometer langen Versuchsstrecke 400,7 km/h. Das neue westfranzösische Streckennetz TGV-Atlantique wurde 1989 eingerichtet. Diese Trassen führen auch durch einige Tunnel, in denen die Züge immerhin noch 270 km/h schnell fahren.

1965, als die berühmten japanischen Schnellzüge ihren regulären Betrieb aufnahmen, erreichten sie eine Durchschnittsgeschwindigkeit von über 160 km/h und ein Spitzentempo von 210 km/h. Auf einigen Strecken schaffen sie heute sogar 270 km/h. Inzwischen ist mit der Serie 300 eine neue, schnellere Baureihe geplant. Sie wird schlankere Triebköpfe haben, um den Luftwiderstand zu reduzieren. Und auch Australien plant,



◀ ***Der deutsche ICE*** *hat bei Testfahrten bereits Tempo 400 überschritten, aber aus Sicherheitsgründen wird auf den für Hochgeschwindigkeit ausgebauten Strecken „nur" bis zu 280 km/h gefahren. Falls die geplante Magnetschwebebahn zwischen Hamburg und Berlin tatsächlich gebaut würde, wären Geschwindigkeiten über 400 km/h das Normaltempo.*

Deutsche Bundesbahn

AUF REKORDEJAGD

Am 28. März 1955 erreichte ein französischer Zug auf einem Streckenabschnitt über 300 km/h und brach damit den Geschwindigkeitsweltrekord. Doch einer seiner Stromabnehmer schmolz durch die gewaltige Reibungshitze. Am nächsten Tag übertrumpfte ein zweiter Zug den erreichten Rekord mit 331 km/h – auch er büßte dabei den Stromabnehmer ein.

▼ ***Die schnellen Superzüge*** *Japans – die ersten Hochgeschwindigkeitszüge im regulären Passagierbetrieb – werden zur Zeit modernisiert und sollen Geschwindigkeiten bis zu 300 km/h erreichen.*

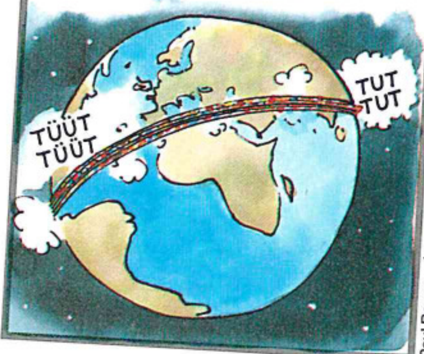


Tony Stone Photo Library, London

Kaum zu glauben

SUPERSTAU

WENN ALLE AUTOS DER WELT IN EINEM STAU STEHEN WÜRDEN, WÜRDE DIESER 34 MAL UM DIE ERDE REICHEN.



Paul Raymonde

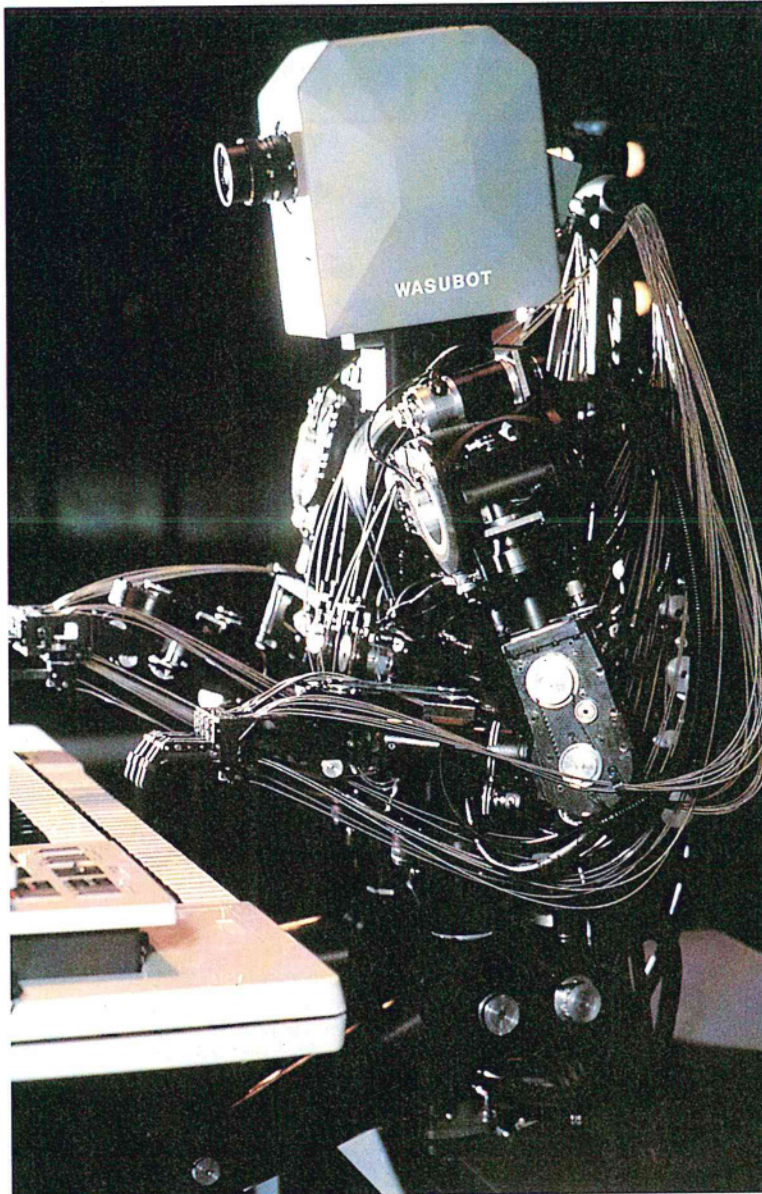
ELEKTRONENGEHIRNE

- SPEICHERCHIPS
- MUSTERERKENNUNG
- SPRECHENDE COMPUTER

SCHON IN FÜNFZIG JAHREN könnte die elektronische Nachbildung eines menschlichen Gehirns Wirklichkeit werden. Vielleicht gelingt es sogar, die in einem Gehirn gespeicherten Informationen komplett auf ein elektronisches Medium zu übertragen.

Die Unterschiede zwischen menschlichen und Halbleiterhirnen scheinen zunächst einmal gar nicht so groß zu sein. Genau wie das menschliche Gehirn über die Sinnesorgane seine Informationen aus der Umgebung erhält oder durch Sprache und Bewegung Aufgaben erledigt, muß auch ein Computer mit Ein- und Ausgabegeräten ausgestattet sein, um irgendeinen Nutzen zu haben.

Sie sind die „Schnittstellen", mit denen ein Computer Informationen aus seiner Umgebung sammelt und durch die er die Möglichkeit hat, auf die empfangenen Daten zu reagieren.



Charlie Cole/Colorific

▲ ***Man müßte Klavier spielen können*** *– eine Aufgabe, die neben ausgefeilter Mechanik eine überaus exakte Steuerungstechnik erfordert. Roboter können inzwischen auch sehr komplexe Abläufe und Tätigkeiten ausführen.*

Computerprogramme

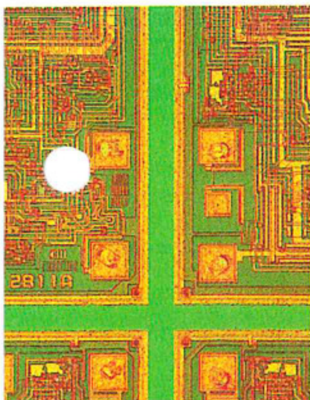
Wenn ein Computer etwas Sinnvolles „unternehmen" soll, muß er eine Reihe von Anweisungen ausführen, eine Befehlsfolge, die man normalerweise als Programm bezeichnet und die dem Computer zuvor eingegeben wurde. Das Programm enthält alle Befehle, die der Computer für die Ausführung einer bestimmten Aufgabe befolgen muß.

Computerprogramme sind als magnetische Codes auf eisenoxidbeschichteten Bändern, Disketten oder auf CDs gespeichert. Ein mit dem Rechner verbundenes Laufwerk wandelt die gespeicherten Informationen in elektrische Impulse um. Diese werden vom Computer in winzigen integrierten Schaltungen abgelegt, den Speicherchips. Wenn das Programm auf diese Weise im Rechner installiert ist, kann der Computer Signale von einem Eingabegerät annehmen und durch die Steuerung eines Ausgabegeräts darauf reagieren. Dieser gesamte Vorgang wird von einem weiteren Chip gesteuert, der sogenannten CPU, dem Zentralprozessor.

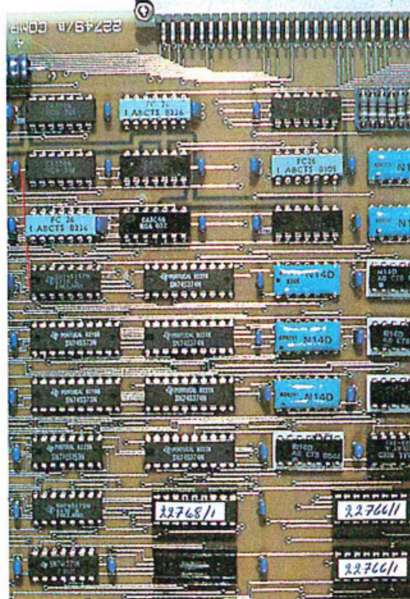
Wenn ein geeignetes Programm und die dazugehörigen Ein- und Ausgabegeräte zur Verfügung stehen, kann der Computer eine Vielzahl unterschiedlicher Aufgaben erledigen. Mit einer Tastatur und einem Drucker wird aus dem Computer ein Textverarbeitungssystem. Durch Anschluß eines Lautsprechers und eines Verstärkers kann er als Musiksynthesizer arbeiten. Und die Koppelung mit einem mobilen Staubsauger würde ihn zum Reinigungsroboter machen.

Bei zahlreichen Aufgaben kann der Rechner das menschliche Gehirn weit

David Parker/SPL



◀ ***Speicherzellen*** *auf einem Siliziumplättchen; im nächsten Produktionsschritt werden sie in ein Kunststoffgehäuse eingekapselt.*



J.A. Wall/SPL

▶ ***Computerplatine*** *mit verkapselten und in die Platine eingelöteten Chips (integrierten Schaltungen).*



übertreffen. So kann er umfangreiche mathematische Aufgaben in Sekundenbruchteilen lösen und dabei mit sehr großer Genauigkeit arbeiten.

Anders als ein Mensch vergißt ein Computer keine Informationen, die einmal eingegeben wurden – es sei denn, der Strom fällt aus! Das gilt unabhängig davon, wie groß die Informationsmenge ist, die er behalten soll. Ein Computer ist auch in der Lage, wochen-, monate- oder gar jahrelang an einem einzigen Problem zu arbeiten. Dennoch gibt es bestimmte Aufgaben, die für einen Computer kaum zu bewältigen sind.

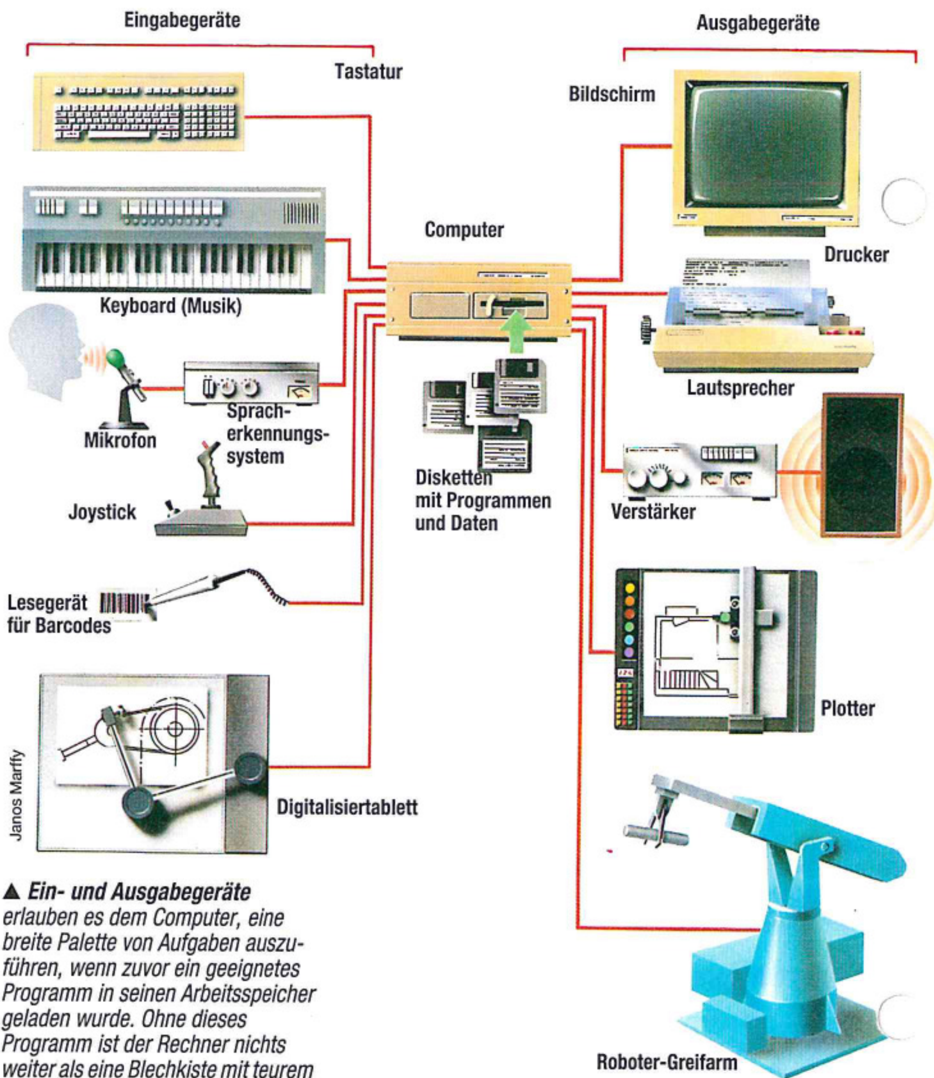
Muster erkennen

Eine solche Leistung ist die Erkennung von Gegenständen, das sogenannte „Pattern Matching" (Mustererkennung). In den Fabriken ohne Menschen, die zur Zeit entwickelt werden, könnte ein Computer zum Beispiel die Aufgabe haben, die Bauteile eines Gerätes zu erkennen und einen Roboter zu steuern, der sie in Kisten sortiert. Bereits das Erkennen von Formen ist für den Rechner schwieriger, als man vielleicht erwarten könnte. Eine Fernsehkamera tastet das Objekt ab und erzeugt ein Bild, das der Rechner mit den Mustern vergleichen kann, die er in seinem Speicher hat. Stößt er dabei auf ein passendes Muster, dann „weiß" der Computer, auf welches Objekt die Kamera gerichtet ist. Er kann nun den Roboterarm anweisen, den Gegenstand in die richtige Kiste zu legen.

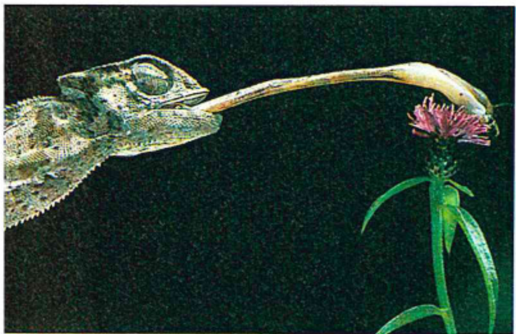
Das hört sich eigentlich nicht sonderlich kompliziert an. Ist es auch nicht – solange das Bauteil genau in der Lage vor die Kamera gerät, die der Computer „erwartet". Denn selbst wenn es flach auf einem Tisch liegt und nur ein bißchen um die Längsachse verdreht ist, sieht es schon anders aus als das Prüfmuster im Speicher. Der Computer dreht dann „im Kopf" das erkannte Muster, bis es sich mit einem Bild im Speicher deckt. Schon dafür ist eine Menge Prozessorleistung vonnöten; völlig illusorisch wird es, wenn der Roboter zum Beispiel Schrauben und Muttern auseinandersortieren soll, die in einem Eimer durcheinanderliegen. Sie können der Kamera des Rechners derart viele Ansichten bieten, daß der Computer unmöglich alle in Frage kommenden Erkennungsmuster vergleichen kann – es sei denn, er hat stundenlang Zeit für jede Schraube...

Unser Gehirn tut sich mit der gleichen Aufgabe erheblich weniger schwer. In den meisten Fällen werfen wir nur einen kurzen Blick auf einen Gegenstand und identifizieren ihn im Bruchteil einer Sekunde. Dabei könnte der Gegenstand eines von Tausenden verschiedener Objekte sein, könnte in jedem beliebigen Winkel und in fast jeder beliebigen Entfernung zu uns stehen.

Selbst Frösche, die ein sehr einfach strukturiertes Gehirn haben, sind extrem schnell, wenn es um das Erkennen einer Fliege (ihrer Beute) geht – unabhängig vom Blickwinkel, von dem aus sie die Fliege sehen. Computerwissenschaftler versuchen ohne viel Erfolg herauszufin-



▲ ***Ein- und Ausgabegeräte*** *erlauben es dem Computer, eine breite Palette von Aufgaben auszuführen, wenn zuvor ein geeignetes Programm in seinen Arbeitsspeicher geladen wurde. Ohne dieses Programm ist der Rechner nichts weiter als eine Blechkiste mit teurem Innenleben.*



Stephen Dalton/NHPA



Paul Shambroom/Cray Research Inc.

▼ ***Der Supercomputer*** *Y- MP C 90 von Cray-Research ist der schnellste Computer der Welt. Er kann 16 Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde durchführen. Trotzdem ist er einem Chamäleon unterlegen – wenn es ums Fliegenfangen geht. Bis der Computer die Fliege identifiziert und einen Roboterarm zum Fangen ausgestreckt hätte, wäre die Fliege längst weg.*





George Hayling/SPL

▶ ***Automobilcomputer** nutzen Signale vom Motor und den Hilfsaggregaten zur Darstellung von Betriebswerten auf einem Bildschirm. Dabei werden zum Beispiel die Fahrzeit, der Benzinverbrauch oder sogar das Musikprogramm der CD-Platte angezeigt.*

Tony Stone Photo Library London

▲ ***Mit Grafikprogrammen** kann heutzutage die Karosserie eines neuen Automodells komplett am Bildschirm entworfen werden. Auch komplizierte Farbmuster können einfach am Bildschirm auf ihre Wirkung überprüft werden.*

den, wie es diesen „primitiven" Wesen gelingt, ihre teuren Supercomputer bei solchen vermeintlich „einfachen" Aufgaben zu schlagen. Ein Durchbruch bei diesen Forschungen könnte zur Entwicklung wirkungsvoller Mustererkennungstechniken für den Computereinsatz führen.

Die meisten Menschen bedienen ihre Computer über eine Tastatur. Eine Alternative zum Keyboard sind gesprochene Befehle, die der Computer versteht. Ein Mikrofon erfaßt die Töne und wandelt sie in elektrische Signale um. Sie werden einem Spracherkennungsprogramm zugeführt, das im Computer gespeichert ist. Die Spracherkennung identifiziert den gesprochenen Befehl und teilt ihn dem Prozessor mit.

Sprachgesteuerte Computer könnten zum Beispiel in einer Lagerhalle eingesetzt werden, um einen Laufkran zu steuern. Der Kranführer kann so mit einem Wort (zum Beispiel „Stop") den Kran zum Stehen bringen und braucht nicht erst Knöpfe, Hebel oder eine Tastatur zu bedienen. Seine Reaktionszeit wird dadurch erheblich kürzer.

Für solche Aufgaben ist es sinnvoll, sich mit dem Computer auf eine Bibliothek einfacher Wörter wie etwa „rechts", „links", „auf", „vorwärts", „ab" und „zurück" zu einigen; die bringt man ihm bei, und nur die versteht er – und nicht den ganzen Reichtum der menschlichen Sprache. Wenn der Befehl erkannt wird, schickt der Rechner ein Steuersignal an die Motoren des Krans, der so die gewünschte Bewegung ausführt.

Selbst eine derart einfache Spracherkennungsaufgabe setzt eine erhebliche Computerleistung voraus, wenn das System auf Befehle reagieren soll, gleichgültig in welchem Tonfall, Dialekt oder von wem sie gesprochen werden. Aus diesem Grund müssen viele Spracherkennungssysteme vom Anwender erst einmal trainiert werden.

Der Meister spricht

Die Maschine lernt dabei, wie die einzelnen Wörter klingen, wenn sie vom „Herrn und Meister" gerufen werden. Jedes Wort muß mehrmals in ein Mikrofon gesprochen werden. Der Computer legt die einzelnen Sprachmuster im Speicher ab und kann sie dann bei Bedarf mit den gesprochenen Befehlen vergleichen. Wenn der Rechner feststellt, daß das Sprachmuster weitgehend mit einem der gespeicherten Muster übereinstimmt, reagiert er auf den Befehl und schickt die entsprechenden Steuerinformationen an den Zentralprozessor.

Computer, die auch noch unterschiedliche Dialekte und Klangfärbungen einwandfrei verarbeiten sollen, müssen deutlich leistungsfähiger sein. Sie werden in Telefonzentralen eingesetzt, um Anrufer mit der richtigen Nebenstelle zu verbinden. Der Anrufer nennt den Namen des gewünschten Gesprächspartners, seine Abteilung oder seine Nummer, und der Rechner stellt daraufhin die Verbindung her.

Bei komplizierteren Anfragen müssen die Rechner zu einem menschlichen „Kollegen" durchstellen. Selbst wenn ein Computer eine riesige Menge von Wörtern in jedem beliebigen Tonfall oder Dialekt versteht, bleibt ein noch größeres Problem bestehen – die Syntax, also die Art und Weise, in der Wörter zusammengestellt werden müssen, damit eine sinnvolle Aussage entsteht. Die Syntax beherrschen bislang nur Menschengehirne.

Kaum zu glauben

HIER COMPUTER – WER DA?
EINIGE FIRMEN SETZEN BEREITS COMPUTER IN DER TELEFONZENTRALE EIN. SIE FRAGEN NACH DEM GEWÜNSCHTEN GESPRÄCHSPARTNER UND STELLEN DURCH. WENN DER ANGERUFENE NICHT AM PLATZ IST, KÖNNEN DIE COMPUTER NACHRICHTEN AUFZEICHNEN UND WEITERLEITEN.



Paul Raymonde



Jerry Mason/SPL

▶ ***Mit entsprechenden Programmen** ist auch das Komponieren von Musikstücken am Heimcomputer kein Problem. Tonhöhe, Klangfarbe und Dauer jedes Tons werden über die Tastatur eingegeben.*




Today Rex Features Ltd.

◀ ***Kaum eine Rockband*** *kommt heute noch ohne Musikcomputer, Synthesizer und Sequenzer aus. Synthesizer sind Computer, die Sounds zusammensetzen, also synthetisieren; Sequenzer speichern eine Folge von Tönen und spielen sie auf Knopfdruck ab.*

▼ ***„Speak and Spell"*** *ist ein Computer, der Kindern das Buchstabieren beibringt. Er spricht ein Wort, das der Schüler über die Tastatur eingeben muß. Der Rechner zeigt dem Kind dann, ob es falsch oder richtig buchstabiert hat.*

Manche Wörter mit recht unterschiedlichen Bedeutungen klingen nahezu gleich, wenn sie gesprochen werden. In solchen Fällen kann nur durch die Analyse der Satzstruktur und des Wortzusammenhanges erkannt werden, was gemeint ist. Zwar hat man bereits einige Fortschritte dabei gemacht, Computer auch solch komplexe Aufgaben lösen zu lassen; es wird aber immer noch eine ganze Zeit dauern, bis die Sprach- und Sinnerkennung vollautomatisch und ohne Probleme funktioniert.

Ein Computer kann nicht nur einfache gesprochene Befehle oder Fragen verstehen; er ist ebenfalls in der Lage, sie zu beantworten. Der Computer kann beispielsweise mitteilen, daß er das Gesagte nicht verstanden hat, oder um die Wiederholung einzelner Wörter oder Satzteile bitten. Diese „Sprachausgabe" ist erheblich unkomplizierter als die Spracherkennung.

Ein Rechner spricht mit Hilfe eines Sprachsynthesizers. Diese Geräte arbeiten mit Speicherchips, in denen Klänge in Form elektronischer Daten abgelegt sind. Manche Synthesizer können jedes beliebige komplexe Wort aus einer Aneinanderreihung von einzelnen Lauten nachbilden. Andere Systeme speichern das ganze Wort oder auch ganze Sätze; im allgemeinen klingen solche Geräte in der Wiedergabe menschenähnlicher und weniger blechern. Allerdings ist bei diesen Synthesizern das Vokabular häufig recht beschränkt.

Genau wie das Gehirn empfängt und speichert auch ein Computer Informationen, trifft logische Entscheidungen und löst Aufgaben. Bis zum Bioandroiden mit dem Silikongehirn, der von einem echten Menschen nicht mehr zu unterscheiden ist, wird allerdings noch viel Zeit vergehen. Viele Wissenschaftler meinen sogar, daß ein echtes „Elektronengehirn" für immer Utopie bleiben würde: Schließlich weiß man ja noch nicht einmal genau, wie das menschliche Gehirn funktioniert!



Texas Instruments


Dan McCoy/Black Star/Colorific

◀ ***Die meisten Schachcomputer*** *zeigen den Stand der Partie auf einem Bildschirm an; dieses Modell hingegen zieht die Figuren.*


ZEFA

▶ ***Auch in der Medizin*** *kommt man nicht mehr ohne Computer aus; besonders bei der Diagnose, also dem Erkennen von Krankheiten, sind sie eine große Hilfe. Dieser Computer analysiert ein Scannerröntgenbild und nennt dem Arzt auf dem Bildschirm mögliche Diagnosen.*

MIKRO BILDER


Mike Goldwater/Network Photographers


Business Imaging Systems/Kodak Ltd.

- LEXIKON IN DER TASCHE
- CLUSTER-FILME
- OPTISCHE KENNKARTEN

NICHT NUR FÜR SPIONE SIND Mikrofilme und andere Hilfsmittel zur Miniaturisierung von Abbildungen und Texten wichtige Werkzeuge. Neue Speichermöglichkeiten mit Licht sind für überquellende Archive und aus allen Nähten platzende Bibliotheken oft die letzte Rettung.

Die britische Fernmeldegesellschaft British Telecom erprobt zur Zeit in Zusammenarbeit mit einem Londoner Krankenhaus die Informationsspeicherung durch Licht. Sie verwendet eine kleine Plastikkarte, um die medizinischen Daten von Patienten zu erfassen. Auf der Karte hat eine komplette Krankengeschichte Platz – sie faßt eine Informationsmenge, die bis zu achthundert DIN A4-Seiten Text entspricht. Der Patient kann seine bei einem Unfall möglicherweise lebenswichtigen medizinischen Daten ständig in der Brieftasche bei sich haben.

Die Informationen werden digitalisiert und mit einem Laser als kleine Löcher in insgesamt 2500 Reihen in die metallbeschichtete Oberfläche der Karte gebrannt. Um die Karte zu lesen, tastet ein anderer, weniger intensiver Laser die Oberfläche ab; die Löcher verursachen Veränderungen im Reflektionsverhalten der Karte und werden durch einen Sensor registriert. Ein gewöhnlicher Personalcomputer übersetzt die Signale in lesbaren Text.

Die auf der Karte enthaltenen Informationen können nicht wieder gelöscht, sondern nur ergänzt werden: in diesem Fall sogar ein Vorteil gegenüber der magnetischen Speicherung auf Diskette. Das Risiko des Datenverlustes ist gering.

Eine gewichtige Konkurrenz zu solchen Karten sind die „smart cards" (engl.: Intelligente Karten), Plastikkarten mit eingebautem Mikrochip. Das Ge-

▲ *Auf einer einzigen CD-ROM hat fast ein ganzes Archiv Platz, denn auf der silbernen Scheibe können bis zu 350 000 Schreibmaschinenseiten gespeichert werden. Aber auch Grafiken und Fotos lassen sich auf einer CD sicher aufbewahren.*


Tele Focus

◀ ***Die Krankengeschichte** von Patienten läßt sich digital auf einer kleinen optischen Karte speichern und bei Bedarf ergänzen.*



Kaum zu glauben



Paul Raymonde

dächtnis dieses Speicherchips kann nicht nur gelesen und ergänzt werden. Smart Cards sind flexibler als andere Karten, weil sie auch gelöscht und neu beschrieben werden können.

Compact Discs gibt es schon eine ganze Weile. Als Computer-Speichermedium haben Standard-CD's aber einen Riesennachteil: Nach ihrer Herstellung kann man auf einer CD keine neuen Informationen mehr speichern.

Die heute gebräuchliche Compact Disc, die als Träger für Texte, Fotos oder audiovisuelle Informationen verwendet wird, bezeichnet man deshalb als CD-ROM (Read Only Memory), das bedeutet, der Speicher kann nur gelesen werden. Magneto-optische CD's, die mehrfach beschrieben werden, besitzen wie normale Floppy-Disc eine Magnetbeschichtung.

CD-ROM werden seit 1992 auf dem deutschen Markt angeboten. Seitdem es preisgünstige Laufwerke für herkömmliche PC's gibt, sind sie ein Verkaufsschlager. Ihre ungeheure Kapazität von 600 Megabyte reicht zum Speichern eines mehrbändigen Lexikons mit Abbildungen. Da die binären Informationen wie bei der Audio-CD in die Platte geschnitten werden, sind die Daten auf einer CD-ROM sehr sicher gespeichert.

Interaktive CD

Eine andere Entwicklung hat Philips vorangetrieben mit der CD-I. Hier erlaubt das auf der CD mitgelieferte Programm interaktive Kommunikation, was sehr praktisch bei Lehrprogrammen oder Videospiele ist. Der Vorteil: Mit einem Modem kann das Laufwerk direkt an einen gewöhnlichen Fernseher angeschlossen werden, ein PC ist nicht mehr nötig.

CD-ROM Laufwerke können neben Audio-CD auch Foto-CD abspielen. Archive und Fotoagenturen setzen CD-ROM wie Versandhäuser ihre Bestellkataloge ein: Der Kunde, zum Beispiel ein Verlag, erwirbt eine CD-ROM, auf der Fotos, Schriften für grafische Arbeiten oder Texte für Artikel gespeichert sind. Sobald er bestimmte Informationen von der CD benötigt, erhält er einen Code mitgeteilt, mit dem er – nach Bezahlen der Gebühr – die Informationen von der CD kopieren und verwerten kann.

Wenn die Datenautobahnen erst einmal gebaut sind, Hochleistungsnetze für den Transport großer Datenmengen, dann wird die CD-ROM nur noch für private Nutzer von Interesse sein.

In Bibliotheken und Autowerkstätten findet man noch den Vorläufer der CD: Mikrofilm. Die Text- und Bildseiten wurden fotografiert und extrem verkleinert, anschließend auf Filmrollen oder Filmblätter – Mikrofiches genannt – kopiert. Wieviel Text ein Mikrofilm aufnehmen kann, hängt von der Korngröße des verwendeten Filmmaterials ab. Aber selbst, wenn man den feinsten Film verwendet, hat diese Technik eine optische Grenze: Das maximale Auflösungsvermögen der Verkleinerungs- und Vergrößerungsgeräte ist durch die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes begrenzt. Wenn man dieses Auflösungsvermögen tatsächlich realisieren könnte, würde die fotographische Verkleinerung wieder hochmodern, dann hätte ein ganzer Roman auf einem Quadratmillimeter Platz.

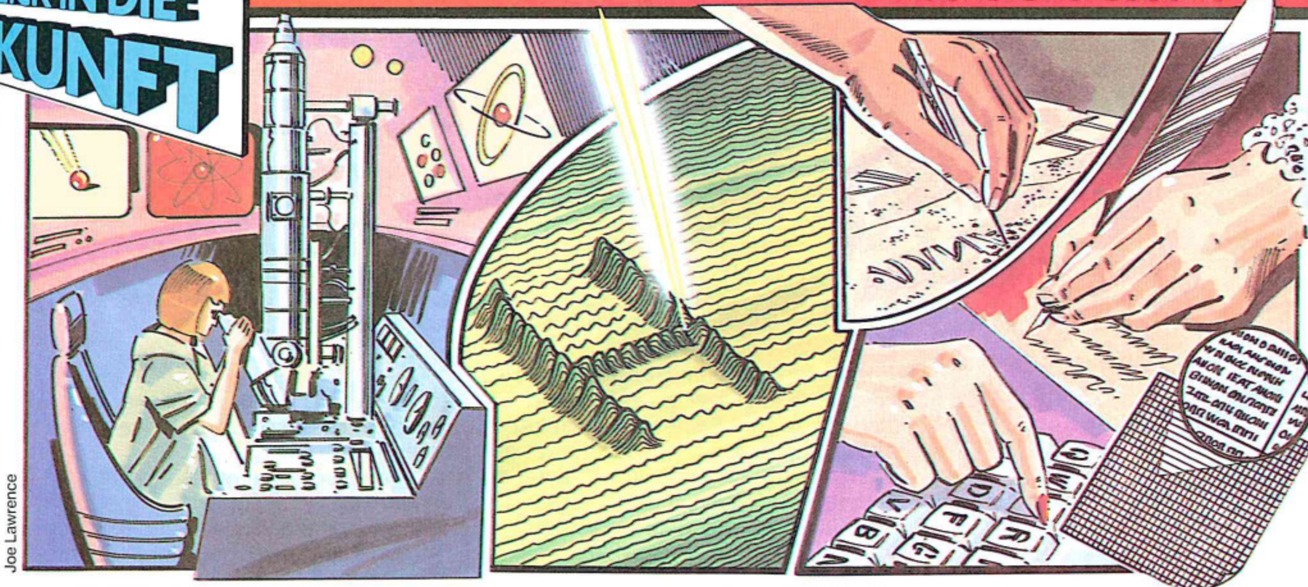
▼ ***Mikrofiche-Lesegeräte** haben in den meisten Bibliotheken die guten alten Karteikästen abgelöst. Auf wenigen Mikrofilmblättern hat der gesamte Bibliothekenkatalog ohne Schwierigkeiten Platz.*



Peter Aprahamian/SPL

BLICK IN DIE ZUKUNFT

HÖCHSTE AUFLÖSUNG



Joe Lawrence

▲ *Wenn man Metalle mit Laserstrahlen verdampft, entstehen Cluster, genau definierte Ansammlungen von wenigen Atomen mit interessanten optischen Eigenschaften.*

▲ *Mit Hilfe von solchen Clustern lassen sich vielleicht in einiger Zeit Filme herstellen, die lichtempfindlicher und hochauflösender sind als heute gebräuchliches Filmmaterial.*

▲ *Mit diesen Filmen wäre es möglich, die optische Verkleinerung von Schriftstücken, gleichgültig zu welcher Zeit sie geschrieben wurden, weiter voranzutreiben.*





▲ ***Bankkunden** können in vielen Ländern der Erde mit einer Bargeldkarte bei Tag und Nacht an einem Bankautomaten Geld abheben.*

Sittler/Jerrican

PLASTIK GELD

- GEHEIMCODES
- AUTOMATISCHE BANKEN
- DIE UNIVERSALKARTE

GELD MACHT NICHT GLÜCKLICH. Aber wer wollte deshalb gleich auf alle Scheine und Münzen in seinen Taschen verzichten? Doch wer weiß – vielleicht werden wir alle in paar Jahren keine roten Heller mehr im Portemonnaie haben. Intelligente Kreditkarten machen's möglich.

Der Begriff „Kreditkarte" trifft bei weitem nicht für alle im Umlauf befindlichen Plastikkärtchen zu. Viele von diesen vermeintlichen Kreditkarten sind gewöhnliche Scheckkarten, die sich bestenfalls noch zum Geldabheben am Bargeldautomaten der Bank verwenden lassen oder als Kontokarte ihrem Besitzer die Möglichkeit geben, seine Kontoauszüge an einem vollautomatischen Drucker der Bank abzurufen.

Kreditkarten im eigentlichen Sinne werden mittlerweile außer von Banken vermehrt auch von Kreditkartenfirmen und Handelskonzernen herausgegeben. Doch unabhängig von den Möglichkeiten, die die Herausgeberfirmen den Besitzern der Karte einräumen: die „Machart" ist immer gleich. Lediglich am Werbeaufdruck lassen sich Karten verschiedener Firmen unterscheiden.

Genormte Größe

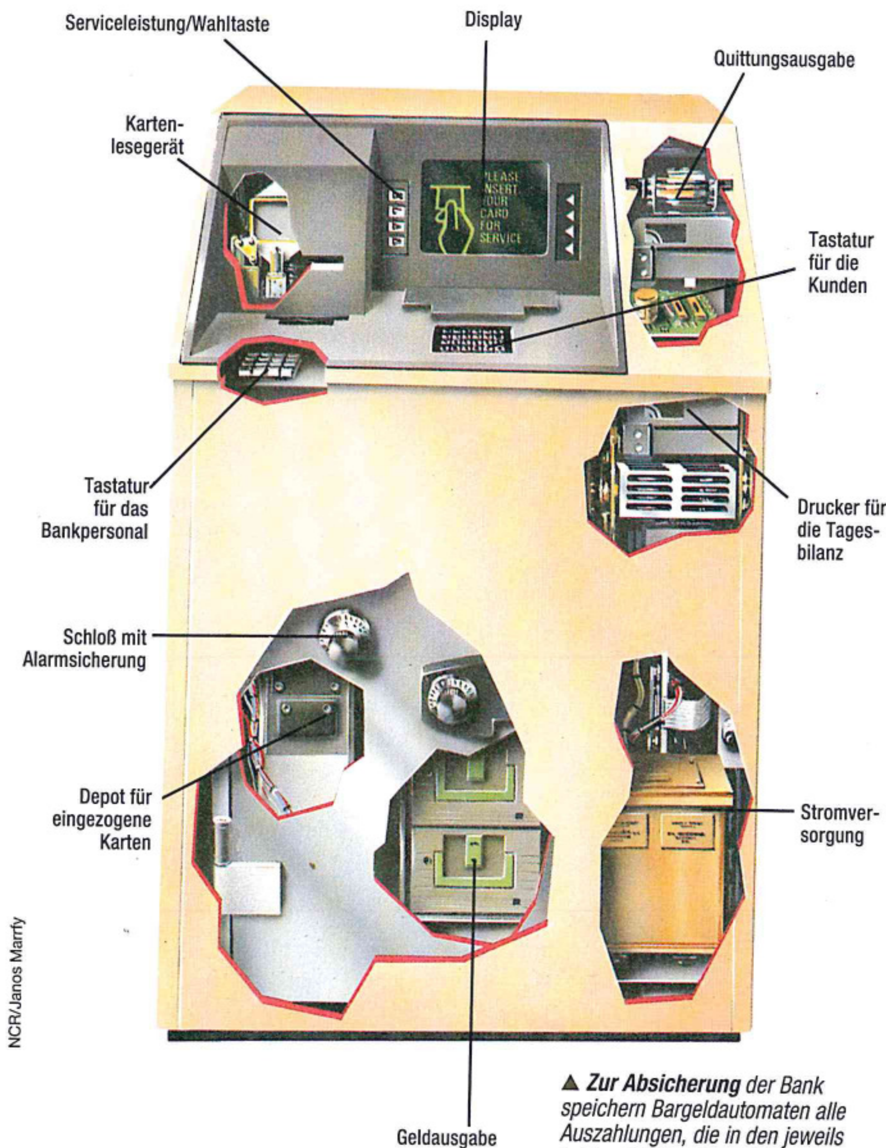
Die Standard-Plastikkarte ist 86 mm lang, 54 mm breit und einen Millimeter dick. Auf der Vorderseite ist der Name des Kunden und die Kartennummer eingetragen, auf der Rückseite befindet sich ein Magnetstreifen sowie ein Freiraum für die Unterschrift des Kunden. Auf dem maschinenlesbaren Magnetstreifen sind Kunden- beziehungsweise Kontendaten teils kodiert gespeichert.

Die erste Generation der Plastikkarten stammte von American Express, Diner's Club und anderen heute weltbekannten Unternehmen. Anfangs wurden im wesentlichen zwei Kreditkartentypen herausgebracht. Bei Kartentyp I bezahlt die Kreditkartenfirma die Rechnung für die Dienstleistung oder Ware und speichert sie im Computer. Erst danach geht eine Rechnung an ihren Kunden, also den Besitzer der Kreditkarte, die dieser dann in voller Höhe begleichen muß.

Bei Typ II legt die Kreditkartenfirma einen auf das Einkommen abgestimmten Mindestbetrag fest, der monatlich vom Kreditkartenbesitzer überwiesen wird. Haben die Ausgaben den Kontostand überschritten, so erhält der Kartenbesitzer einmal im Monat eine Rechnung.

Basierend auf diesen beiden Grundideen hat sich heutzutage eine Vielzahl von Anbietern etabliert. Durch den starken Konkurrenzkampf der Firmen, die sich finanzieren, indem sie von den Rechnungsstellen Gebühren erheben, hat sich das mit der Kreditkarte verbundene Leistungsangebot erheblich erweitert. Oft wird die Kreditkarte mit Versicherungsleistungen kombiniert.





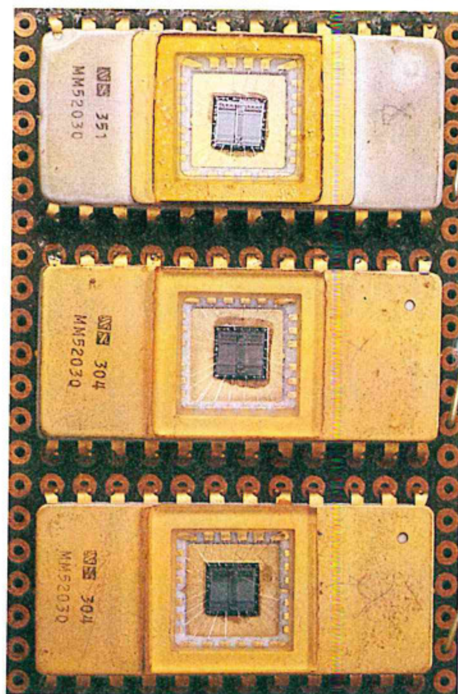
NCR/Janos Marffy

▲ ***Zur Absicherung*** *der Bank speichern Bargeldautomaten alle Auszahlungen, die in den jeweils letzten 24 Stunden erfolgt sind.*

Um Geld am Bargeld-Automaten abheben zu können, benötigt man die Bargeldkarte sowie eine vierstellige Geheimnummer; beides wird stets zusammen von der Bank herausgegeben.

Ein Geldautomat ist im wesentlichen ein vollautomatischer Tresor mit einem kleinen Computer. Dieser Computer ist über ein Datennetz mit dem Zentralcomputer der Bank verknüpft. Nachdem man die Karte in den Schlitz des Automaten eingeführt hat, entziffert ein Magnetkartenleser zunächst die auf dem Magnetstreifen gespeicherte Kontonummer. Der Zentralcomputer vergleicht dann die unter dieser Kontonummer gespeicherte Geheimnummer mit der von Hand eingegebenen Zahlenfolge.

Stimmen die Nummern nicht überein, wird der Magnetstreifen mit einer Kennung versehen. Bei jedem erneuten Fehlversuch innerhalb von 24 Stunden kommt eine Kennung hinzu. Eine Karte mit drei Kennungen wird eingezogen; so soll verhindert werden, daß ein Unbefugter durch Probieren den zu einer Karte gehörigen Geheimcode knackt.



Dandler/Jerrican

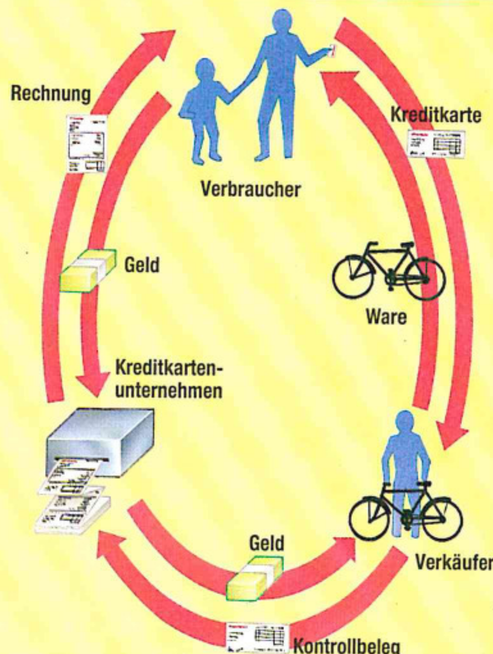
▲ ***Integrierte Schaltkreise*** *(Mikrochips) ermöglichen den vollautomatischen Betrieb der Bargeldautomaten.*

Bei Eingabe des korrekten Codes wird der Automat „freigegeben", und man kann über die Tastatur eine beliebige Summe bis zu einer Höchstgrenze eingeben. Der Zentralcomputer veranlaßt die Auszahlung und bucht den abgehobenen Betrag vollautomatisch vom Konto ab. Der Automat gibt die Bargeldkarte wieder frei, und zum Schluß erscheint dann endlich das Geld in dem Auszahlungsfach.

Manche Banken bieten über den Automaten weitere Serviceleistungen an. So ist es zum Beispiel möglich, den aktuellen Kontostand abzurufen oder sich die Höhe des eingeräumten Dispositionskredites anzeigen zu lassen. Darüber

BARGELDLOSER EINKAUF AUF PUMP

Wenn man mit einer Kreditkarte bezahlt, werden die erhabenen Ziffernfolgen und Schriftzüge mit Hilfe eines kleinen Gerätes auf Kontrollbelege übertragen. Anschließend schreibt der Verkäufer Preis und Art der Ware auf den Kontrollbeleg. Diesen unterschreibt der Kunde.
Der Verkäufer prüft, ob die Unterschriften auf Beleg und Karte identisch sind. So soll sichergestellt werden, daß es sich bei dem Kunden um den rechtmäßigen Besitzer der Karte handelt. Ist alles okay, behalten Verkäufer und Käufer je einen Beleg. Das Geschäft schickt seinen Beleg dem Kreditkartenunternehmen zu, welches die Rechnung umgehend begleicht – abzüglich einer Servicepauschale, versteht sich. Einmal im Monat erhält der Kreditkartenkunde eine Aufstellung der offenen Rechnungen, die er sofort oder ratenweise und dann inklusive Zinsen bezahlt.



Mark Franklin


Mike Cooper

hinaus kann man auf diesem Wege auch ein neues Scheckheft anfordern.

Die „vollautomatische" Bank ist damit bei einigen Geldinstituten schon zu 99 % realisiert. Das Tagesgeschäft wird fast vollständig über Automaten abgewickelt. Nur einmal wöchentlich sind die Bankräume für ein paar Stunden besetzt, so daß auf Probleme und Wünsche des Kunden im direkten Gespräch eingegangen werden kann.

Europaweit Geld

Viele Geldinstitute, die mit Geldautomaten arbeiten, haben ihre Computeranlagen inzwischen miteinander vernetzt. Dies hat für den Kunden den großen Vorteil, daß er, um an Bargeld zu gelangen, nicht mehr auf einen Automaten „seiner" Bank angewiesen ist. Man rechnet damit, daß solche Netzwerke schon Ende der Neunziger Jahre europaweit miteinander verbunden sein werden.

Kaum zu glauben

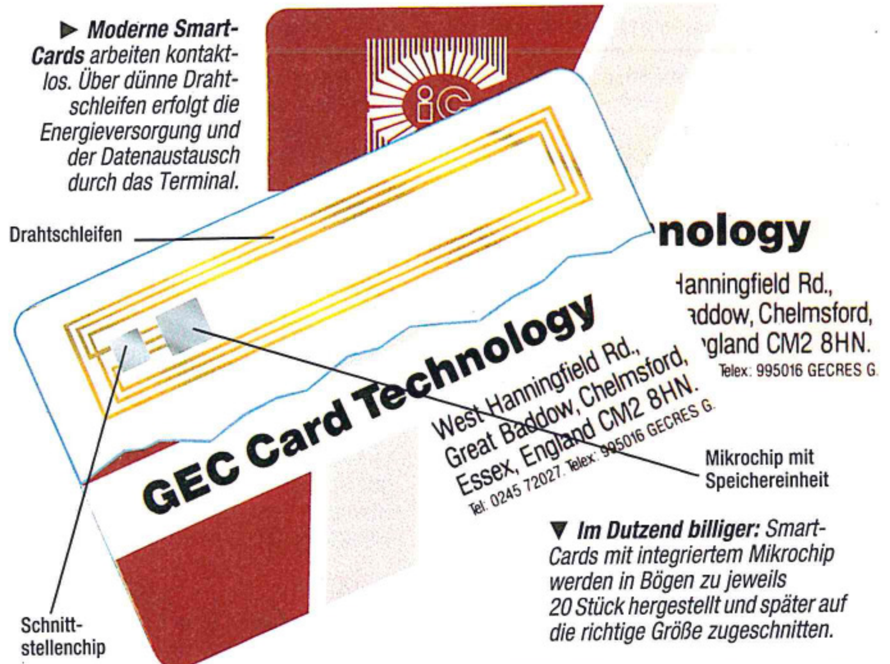
GUT BEI KASSE
DIE GRÖSSTE BRIEFTASCHE DER WELT MIT EINEM GEWICHT VON 16 KG UND EINER MAXIMALEN LÄNGE VON 76 M WURDE FÜR WALTER CAVANAGH AUS KALIFORNIEN ANGEFERTIGT. ER IST STOLZER BESITZER VON 1384 KREDITKARTEN.



Paul Raymonde

Der nächste Schritt auf dem Weg in die bargeldlose Gesellschaft ist untrennbar mit der rasanten Entwicklung der Computertechnologie verbunden. Eftpos ist das Schlagwort, hinter dem sich der entscheidende Schritt zum langfristigen Siegesfeldzug des Plastikgeldes verbirgt. Eftpos ist die Abkürzung für „Electronic Funds Transfer at the Point of Sale" und bedeutet, daß beim bargeldlosen Einkauf an einem beliebigen Ort im gleichen Moment alle banküblichen Transaktionen, Überweisungen und Buchungen ausgeführt werden. Der Kunde kann eine beliebige Kreditkartenfirma oder kontoführende Bank als Partner für seine Geldgeschäfte wählen.

◀ ***Im gleichen Moment,*** *in dem die Plastikkarte das Terminal an der Kasse durchlaufen hat, wird der fällige Betrag über Eftpos vom eigenen Konto abgebucht und überwiesen.*



Ray Duns

▶ ***Moderne Smart-Cards*** *arbeiten kontaktlos. Über dünne Drahtschleifen erfolgt die Energieversorgung und der Datenaustausch durch das Terminal.*

▼ ***Im Dutzend billiger:*** *Smart-Cards mit integriertem Mikrochip werden in Bögen zu jeweils 20 Stück hergestellt und später auf die richtige Größe zugeschnitten.*

Um diese Idee in die Tat umzusetzen, müssen überall dort, wo Waren und Dienstleistungen angeboten werden, Terminals aufgestellt werden, die wiederum mit dem Computernetz verbunden sind. Mit dem „Eftpos-System" kann man beliebige Dinge mit einer Kredit- oder Scheckkarte bezahlen.

Äußerlich nicht von einer Karte mit Magnetstreifen zu unterscheiden ist die Chipkarte, in die Speicherbausteine wie ein Microprozessor eingeschweißt sind. Die Chipkarte kann somit wesentlich mehr Informationen speichern und ist viel schwieriger zu manipulieren. Aufgrund der größeren Sicherheit werden Chipkarten vor allem für das Speichern persönlicher Daten und zur Zugangssicherung eingesetzt.

Im Gegensatz zu einfachen Speicherkarten mit einer kurzen Lebensdauer und nur einer Funktion können die „Smart-Cards" für mehrere Funktionen programmiert werden. So gaben deutsche Geldinstitute 1993 Eurochequekarten in Form von Chipkarten aus, die auch als

TELEFON-CARDS

Ein einfaches Beispiel für „bargeldlosen Zahlungsverkehr" ist die Telefonkarte der Post, mit der man von Telefonzellen aus telefonieren kann. Sie ist am Postschalter, an Kiosken und in Geschäften erhältlich. Ein Magnetstreifen speichert den Betrag, der „vertelefoniert" werden kann. In der Telefonzelle wird die Karte in ein Lesegerät gesteckt. Es stellt die Höhe des zur Verfügung stehenden Betrages fest und zieht während des Telefonats die Gebühren ab.
Eine Alternative dazu wäre, per Karte auf Pump zu telefonieren. Da sich dann aber mancher Kreditgeber gern absichern würde, um die Schulden gegebenenfalls eintreiben zu können, hat dieses System einen Schönheitsfehler. Wenn Buch geführt wird, wann wer wie lange mit wem telefoniert hat, so werden das viele als unerwünschte Schnüffelei im Privatleben empfinden.


Pichtal/Jerrican





GTE Airfone Incorporated

◀ ***Telefonate aus dem Flieger** sind mittlerweile auf einigen Flugrouten möglich. Bezahlt wird hier mit Kreditkarte.*

Telefonkarte genutzt werden können.

Die Krankenversicherungen arbeiten ebenfalls zunehmend mit Chipkarten, auf denen die persönlichen Daten des Versicherten gespeichert sind. Diese Karten sollen in Deutschland ab 1995 für die 72 Millionen bei den gesetzlichen Krankenkassen Versicherten den Krankenschein ersetzen.

Karte mit Antenne

Die erste Generation von Chipkarten wies an einer Kante eine Steckerleiste auf, über die die elektronische Verbindung zu Geldautomaten und anderen Terminals hergestellt wurde. Aufgrund der recht hohen Störanfälligkeit der Steckerleiste sind in moderne Smart-Cards kleine „Antennen" eingeschweißt, über die der Datenaustausch erfolgt.

Die Smart-Card ist vielseitig einsetzbar. Beispielsweise läßt sie sich an einem Bankterminal problemlos mit Geld auffüllen. Der gewünschte Betrag wird an diesem Schalter in den elektronischen Speicherbaustein der Karte geschrieben und gleichzeitig vom eigenen Bankkonto abgebucht. Beim Bezahlen im Kaufhaus zieht ein Schreib/Lesegerät den fälligen Betrag von dem auf der Karte gespeicherten Guthaben ab und schreibt das Restguthaben wieder in den Speicherbaustein der Karte. Damit wird Bargeld völlig überflüssig.

Im Zeitalter des Plastikgeldes braucht niemand mehr Angst zu haben, daß er von Dieben um seine Barschaft erleichtert wird. So verlockend diese Zukunftsmusik auch klingen mag: Bei genauerem Hinhören vernimmt man doch einige Dissonanzen. So dürfte es nicht jedem gelingen, mit dem bequemen Geld vernünftig umzugehen. Allzu leicht wird es einem gemacht, über seine eigenen Verhältnisse zu leben. Die Karte gewährt ja Kredit, ohne daß man lästige Formalitäten erledigen müßte. Wer nicht aufpaßt, hat bald dicke Schulden.

Und noch etwas gibt Anlaß zur Skepsis. Wenn jeder Einkauf im Computer der Kartenfirma gespeichert wird, dann ist der „gläserne Mensch" nahe. Aus den Computerdaten läßt sich z. B. auf den Alkoholkonsum jedes einzelnen Kartenkunden schließen, man kann ablesen, welche politischen Bücher er kauft und wohin er verreist. Werden mit solchen Daten Geschäfte getrieben, kommt mancher ohne sein Wissen in den Verdacht, ein Sicherheitsrisiko zu sein. Er mag sich dann nur noch wundern, warum er einfach keinen Job bekommt.

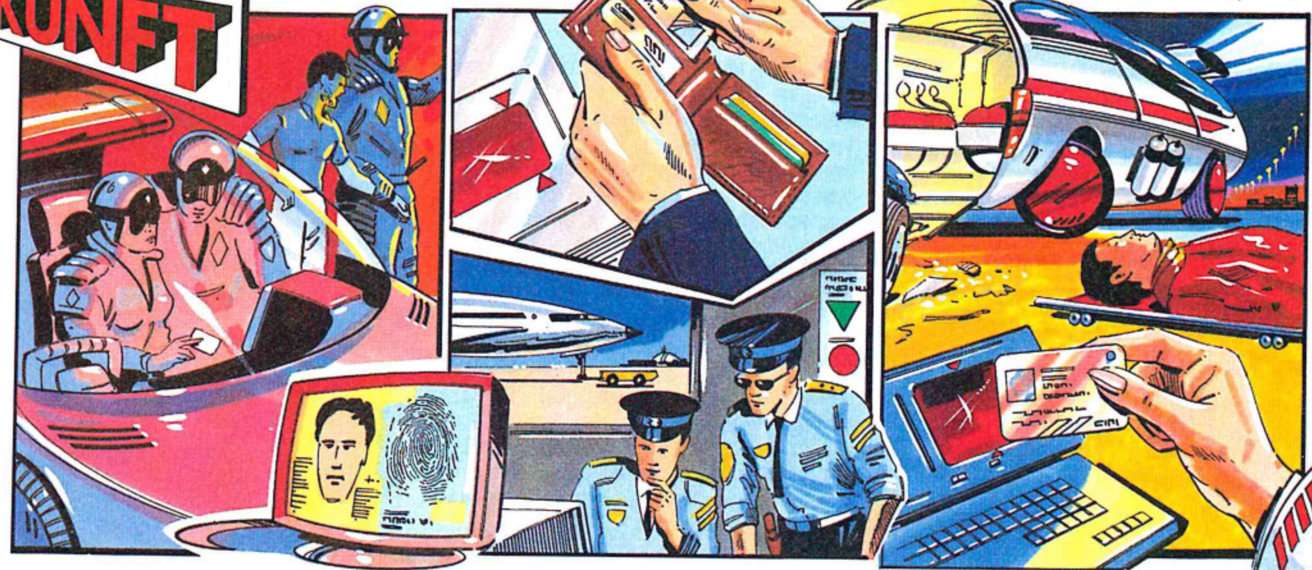


VISA International – EMEA Region

▶ ***Die Vorderseite** der Smart-Card ist einer normalen Kreditkarte zum Verwechseln ähnlich. Auf diesem Modell sind eine Tastatur sowie ein kleines Display untergebracht. Der Chip hat genügend Speicherplatz, um einige „jobfremde" Aufgaben zu übernehmen.*

BLICK IN DIE ZUKUNFT

NICHTS OHNE KARTE



▲ *Die Smart-Card ist zwar hauptsächlich ein Zahlungsmittel, sie eignet sich jedoch auch als Ausweis, da sich Paßfotos und Fingerabdrücke einspeichern lassen.*

▲ *Die Karte könnte auch den Reisepaß ersetzen. Vor der Abreise werden alle nötigen Visa, Ankunft und Abreise in den Speicher der kleinen Karte übertragen.*

▲ *Bei einem Unfall könnten die Ärzte wichtige medizinische Daten abfragen und schnell helfen. Doch was passiert, wenn jemand seine Karte verliert?*

GEN BANK



▲ ***Pflanzensamen*** *können aufgrund ihres Genmaterials bestimmt und eingeordnet werden. Die Genmuster sind so charakteristisch wie Fingerabdrücke.*

◀ ***Zellfremde Erbsubstanz*** *wird mit einer superfeinen Nadel in eine Zelle eingepflanzt.*

Baret/Rapho/SPL

- ZÜCHTUNG
- VEREDELUNG
- PATENTE

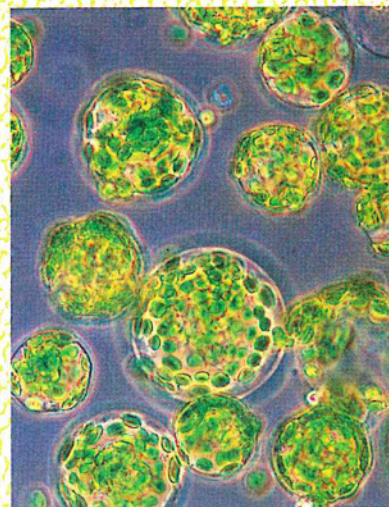
UNERSCHÖPFLICH REICH an Lebensformen: Für die Genforschung ist der Urwald die reinste Wundertüte. Gene sind Träger der Erbinformationen im Innern einer jeden Zelle. Sie bestimmen den Bau und die Funktion der einzelnen Bausteine sämtlicher Lebewesen.

In der jüngsten Zeit haben Wissenschaftler sehr viele Geheimnisse der Vererbung gelüftet. So sind Züchtungen von Tieren und Pflanzen gelungen, die gegen Krankheiten widerstandsfähiger als die Ausgangsformen sind oder höhere Erträge einbringen. Früher konnte man ein gewünschtes Merkmal nur durch eine geschickte Zuchtwahl ausbilden. Heute kann man direkt in den Vererbungsmechanismus eingreifen, da man von vielen Erbanlagen weiß, wo sie sich in der Zelle befinden und was sie für Informationen enthalten. Durch eine Veränderung der Gene kann man heute etwa die Milchleistung der Kühe steigern oder ein lebensrettendes Medikament kostengünstig produzieren.

Es wird angenommen, daß bisher nur etwa 10 % der Urwaldpflanzen bekannt sind und davon ca. 1 % genauer untersucht wurde. Täglich werden in der Genbank Dschungel neue Arten von Lebewesen gefunden und beschrieben. Hier

MANIPULATION AN GENEN

Viele der ursprünglich im tropischen Regenwald beheimateten Pflanzen, zum Beispiel Tabak (rechts), sind mit Hilfe der Gentechnik gegen Krankheiten und Schädlinge resistent gemacht worden. Um die gentechnisch „umgebauten" Pflanzen zu vermehren, wird zunächst die Zellwand chemisch aufgelöst. Die dabei entstehenden intakten Zellen, die Protoplasten, werden in Gefäße mit steriler Nährlösung gegeben, die alle zum Wachstum notwendigen Stoffe, wie Mineralstoffe, Vitamine, Enzyme und organische Nährstoffe, enthält. Diese Protoplasten beginnen dann, sich zu vermehren. Um das Wachstum der Pflanzenzellen zu beschleunigen, schicken die Wissenschaftler einen schwachen elektrischen Strom durch das Nährmedium. Diese Art des Züchtens von erbgleichen Zellen (Klonen) ist für die Arbeit der Gentechnik etwas ganz Typisches.

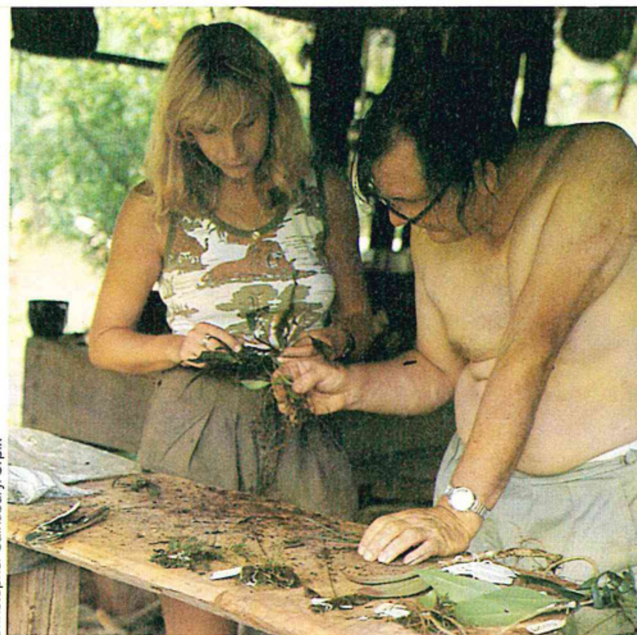


Sinclair Stammers/SPL



hilft die Genforschung bei der Klärung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Organismen untereinander.

Früher haben sich die Wissenschaftler jahrelang gestritten, an welche Stelle diese oder jene Art in den Stammbaum der Lebewesen gehört. Nun fertigen die Wissenschaftler eine Genkarte an, aus der nach Möglichkeit alle Merkmale des Individuums hervorgehen. So wird es leicht, Vergleiche mit den Merkmalen anderer Arten anzustellen.



Christopher Sainsbury/Orpix

◄ ***In Außenposten*** *der Forschungslabors werden täglich neue Pflanzen entdeckt. Viele von ihnen enthalten wertvolles Erbgut für neue Züchtungen von Nutzpflanzen. Wegen seiner Vielfalt an Lebensformen wird der Urwald oft als Genbank bezeichnet. Tatsächlich versprechen neue Züchtungen immense Geldgewinne.*

Widerstandsfähige Wildtypen

In der Geschichte der Landwirtschaft haben Krankheitserreger schon oft riesige Ernteverluste verursacht. So vernichtete beispielsweise 1920 eine Krankheit nahezu die gesamte Zuckerrohrernte in Südamerika. Eingedämmt wurde sie erst durch eine neue Züchtung, indem man eine Wildpflanze aus dem javanischen Urwald mit dem vorhandenen Zuckerrohr vermehrte. Durch diese sogenannte Kreuzung erhielt man eine neue Pflanze, die genauso gute Erträge wie die erkrankte einbrachte, sich aber gegen die Krankheit als widerstandsfähig erwies.

Immer wieder kann man Verbesserungen im Ertrag und in der Widerstandsfähigkeit gegenüber Klima oder Krankheiten erreichen, indem man die Ausgangsformen der Pflanzen, die sogenannten Wildtypen, mit den Zuchtformen vermehrt, sie einkreuzt. Die Tomate kommt ursprünglich aus Ecuador. Auch hier hat man durch Kreuzung mit verschiedenen Wildformen bessere Erträge erzielt, die Pflanzen konnten leichter maschinell geerntet werden, sahen besser aus und enthielten sogar mehr Vitamin C. Leider mußte man neben diesen vielen Vorteilen auch einen entscheidenden Nachteil hinnehmen: der Geschmack ließ sehr zu wünschen übrig!



Dr. Nigel Smith/Hutchison Library

► ***Zuckerrohr*** *das von der gefürchteten Rost-Krankheit bedroht war, wurde mit einer Wildform des Zuckerrohrs gekreuzt. Das Ergebnis: eine gegen den Rost immune Pflanze.*

▼ ***Weizen*** *ist eines von vielen Gewächsen, die mit Hilfe der Gentechnik zu einer Pflanze wurden, die auch unter sehr rauhen klimatischen Bedingungen wächst.*



Philippe Plailly/ SPL

Der Kouprey ist eine wilde Rinderart aus Kambodscha. Es wird angenommen, daß er gegen die Rinderpest immun ist, die in den Viehherden in den USA immer wieder großen Schaden anrichtet. Das Kouprey-Rind ist jedoch sehr selten geworden. Kriegerische Auseinandersetzungen, Abholzung und Umwandlung des Waldes in Ackerland bedrohen seinen Lebensraum.

Nicht immer sind Züchtungen auf die Weise erfolgreich, wie die Forscher sich das vorstellen. So hat sich zwar eine neugezüchtete Biene als sehr widerstandsfähig und fruchtbar erwiesen, doch zugleich als unerwartet angriffslustig. Inzwischen hat sie sich über den halben amerikanischen Kontinent ausgebreitet und ist als aggressive Killerbiene weit und breit gefürchtet.

Die einfachste Form der Gentechnik ist die Züchtung. Pflanzen und Tiere werden gezielt ausgewählt und vermehrt. Diese Methode wird seit Menschengedenken praktiziert. Heutzutage kann man jedoch unter dem Mikroskop durch Genmanipulation das Erbmaterial in den Zellen direkt verändern. Ein Gen kann von einer Zelle des einen Individuums in die Zelle des anderen eingepflanzt werden. Das geht sogar zwischen ganz unterschiedlichen Arten, und wenn alles geklappt hat, wächst ein neues, noch nie dagewesenes Lebewesen heran.

Umstritten ist die Gentechnologie vor allem, wenn sich Firmen, die Genforschung betreiben, solche neuen Lebewesen patentieren lassen. Dann kann es passieren, daß sich Chemiekonzerne Getreide zulegen, die bestens mit den von ihnen produzierten Kunstdüngern harmonieren. Das böte die Möglichkeit, die Überdüngung des Bodens bedenkenlos weiter zu betreiben und Bedingungen zu schaffen, unter denen nicht patentiertes, freies Getreide keine Überlebenschance mehr hat. Wenn dann plötzlich neue Krankheiten auftreten, die mit den Züchtungen kurzen Prozeß machen, könnte es zu furchtbaren Hungerkatastrophen kommen, gegen die es keine Hilfe mehr gibt – nicht einmal aus der Genbank Urwald.

Kaum zu glauben

FRÜHLINGSWEIZEN
WENN ES GELINGT, DIE GENETISCHEN EIGENSCHAFTEN VON NARZISSEN AUF WEIZEN ZU ÜBERTRAGEN, KÖNNTE MAN GETREIDE ZÜCHTEN, DAS SICH BEREITS IM FRÜHJAHR ERNTEN LÄSST.



Paul Raymonde



ZEIT REISE

● ZEITDEHNUNG ● REISE IN DIE ZUKUNFT ● ABSOLUTE HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT

WIR SCHREIBEN DAS JAHR 2157. Ein Raumschiff kehrt von Wolf 359 zurück, einer fremden Sonne in 7,7 Lichtjahren Entfernung. Für das annähernd lichtschnelle Raumschiff und seine Besatzung haben Hin- und Rückflug schlappe 16 Jahre gedauert. Doch zu Hause zurückgekehrt erwarten sie keine bekannten Gesichter. Auf der Erde sind inzwischen 114 Jahre vergangen.

Daß die Zeit keine konstante Größe ist, sondern von der Geschwindigkeit des Systems abhängt, in dem sie gemessen wird, ist eine Behauptung Albert Einsteins. Inzwischen gibt es so genaue Uhren, daß man seine Behauptungen überprüfen kann. Tatsächlich geht eine Atomuhr, die mit einem Düsenjet unterwegs ist, langsamer als eine Atomuhr am Erdboden – und trotzdem richtig.

Zwar ist die Zeitdehnung an Bord eines Düsenclippers nur sehr gering – gerade eben meßbar – sie würde sich beim Flug eines beinahe lichtschnellen Schiffes aber viel deutlicher bemerkbar machen. Die Uhren an Bord des Schiffes würden die Zeit messen und der Besatzung mitteilen, daß die Reise 16 Jahre gedauert hat. Niemand würde irgendeinen Unterschied zur „normalen" Zeit auf der Erde bemerken, da körperliche Vorgänge, wie etwa Herzschlag, Zellzerfall und Alterungsprozesse diesem Zeitablauf entsprechen. Erst bei Rückkehr auf die Erde stellen die Raumfahrer Auswirkungen der unterschiedlich ablaufenden Zeiten fest.

Um zu verstehen, wie dieses Phänomen zustandekommt, muß man sich mit der Lichtgeschwindigkeit beschäftigen. Licht bewegt sich mit 299 793 Kilometer pro Sekunde – der schnellsten Geschwindigkeit, die es im Universum gibt. Jedesmal, wenn man die Geschwindigkeit eines Lichtstrahls mißt, erhält man dieses Ergebnis, ob man sich auf den Strahl zu oder von ihm wegbewegt.

Einsteins Idee

Diese Tatsache scheint unserer alltäglichen Erfahrung zu widersprechen. Beispiel: Mißt man aus einem fahrenden Auto die Geschwindigkeit eines entgegenkommendes Fahrzeugs, dann addieren sich die Geschwindigkeiten. Fahren jedoch Meßwagen und gemessenes Fahrzeug in dieselbe Richtung, erhält man als Wert nur die Differenz beider Geschwindigkeiten. Bei der Messung der Lichtgeschwindigkeit spielt nun allerdings die Bewegung des Meßinstruments und die Richtung, aus der das Licht kommt, keine Rolle; der Wert bleibt unabhängig davon immer gleich.

Vor dem ersten Weltkrieg dachte der deutsche Physiker Albert Einstein über diesen scheinbaren Widerspruch nach und kam zu folgendem Ergebnis: Wenn die Geschwindigkeit des Lichts unter allen Meßbedingungen gleich ist, unabhängig von der Geschwindigkeit der Lichtquelle, muß ein anderer Faktor veränderlich sein. Dieser Faktor ist die Geschwindigkeit, mit der die Zeit vergeht, also die Zeit selbst. Je mehr man sich der Lichtgeschwindigkeit nähert, desto langsamer vergeht die Zeit. Diesen erstaunlichen Effekt nennt man Zeitdehnung oder Zeitdilatation.

▲ ***Zeitreisen*** *gibt es bis heute nur in Science-Fiction-Romanen; das moderne Verständnis des Universums führt jedoch zu der Erkenntnis, daß die Zeit je nach der Geschwindigkeit eines Raumschiffs unterschiedlich schnell vergeht.*

Stephen Hunt/Image Bank

Kaum zu glauben

KOSMISCHE JUGEND
EIN ASTRONAUT, DER IN EINER RAUMSTATION IN DER ERDUMLAUFBAHN LEBT, ALTERT LANGSAMER ALS AUF DER ERDE. DIE DIFFERENZ BETRÄGT EIN HUNDERTSTEL SEKUNDE PRO JAHR.



Paul Raymonde



Bewegt sich ein Körper mit 100 % der Lichtgeschwindigkeit, würde die Zeit für ihn stillstehen – aber nach Einsteins Theorie ist es unmöglich, daß Materie die Lichtgeschwindigkeit erreicht oder gar überschreitet. Denn im ruhenden System, von dem aus man die Materie beschleunigt, bleibt aufgrund der Zeitdehnung immer weniger Zeit, die Materie weiter zu beschleunigen.

Weil die Zeit langsamer als auf der Erde vergeht, treten bei der Reise durch den Weltraum noch andere Effekte auf:

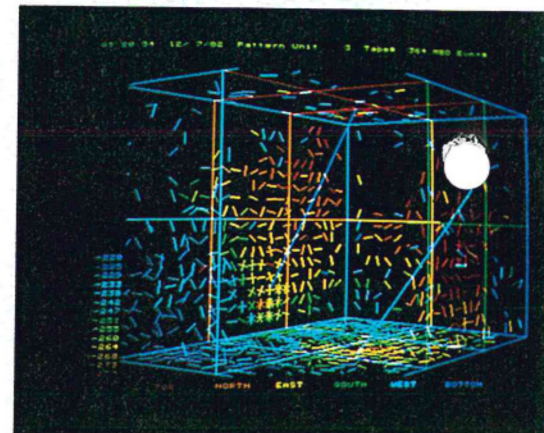
IMMER LANGSAMER

Die Tabelle zeigt links den Prozentsatz der Lichtgeschwindigkeit und rechts den Gammafaktor. Um zu errechnen, wie sich die Zeit im Verhältnis zur Erdzeit verlangsamt, multipliziert man die im Raumschiff verstrichene Zeit mit dem Gammafaktor.

Geschwindigkeit (Prozent der Lichtgeschwindigkeit)	Gammafaktor
0	1,000
10	1,005
20	1,021
30	1,048
40	1,091
50	1,155
60	1,250
70	1,400
80	1,667
90	2,294
95	3,202
99	7,089
99,9	22,361
99,999	223,607
100	unendlich

GEDEHNTE ZEIT

Daß die Zeit bei hohen Geschwindigkeiten langsamer vergeht, zeigt sich auch, wenn man winzige Elementarteilchen beobachtet. Mesonen sind ein Beispiel dafür. Sie entstehen, wenn kosmische Strahlung auf die oberen Schichten der Erdatmosphäre trifft. „Normalerweise" haben Mesonen eine Lebensspanne von ungefähr zwei Millionstel einer Sekunde. Während dieser Zeit können sie eine Strecke von sechshundert Metern zurücklegen – viel zu wenig, um die Erdoberfläche zu erreichen. Da sie sich aber fast mit Lichtgeschwindigkeit fortbewegen, dehnt sich ihre Lebensdauer so sehr, daß sie die 40 km dicke Erdatmosphäre durchdringen können. Wissenschaftler haben sie mit hochempfindlichen Detektoren registriert.



Larry Sulak/SPL

Das Raumschiff – und die Astronauten an Bord – werden immer schwieriger zu beschleunigen, sprich: sie werden schwerer. Die Veränderung der Geschwindigkeit bestimmt nicht nur den Ablauf der Zeit, sondern auch die Trägheit eines Raumschiffs. Je weiter sich das Raumschiff der Lichtgeschwindigkeit nähert, desto größer wird seine Masse. Theoretisch würde bei Lichtgeschwindigkeit jede weitere Beschleunigung nur noch die träge Masse des Raumschiffs erhöhen.

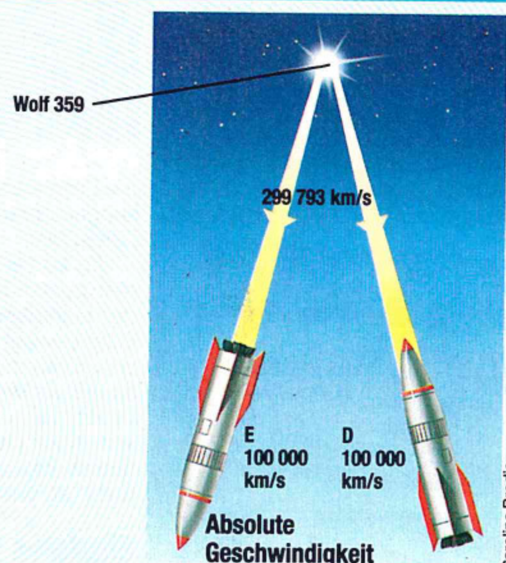
Kosmische Strahlen

Um die Zeitdehnung erfassen zu können, untersuchten Wissenschaftler auch Atomteilchen, die sich beinahe mit Lichtgeschwindigkeit fortbewegen. Die Teilchen kommen als kosmische Strahlen aus dem Weltraum zur Erde oder werden in Teilchenbeschleunigern nahezu auf Lichtgeschwindigkeit gebracht. Bei den Untersuchungen bestätigte sich die Theorie von Albert Einstein: Die fast lichtschnellen Teilchen haben eine meßbar größere Lebensdauer und Masse als im Ruhezustand.

Wenn wir Menschen uns so schnell wie diese Teilchen fortbewegen könnten, würde sich in unseren Raumschiffen die Zeit so sehr verlangsamen, daß die Lebenspanne eines Menschen ausreichte, um unsere gesamte Galaxis zu durchqueren. Doch was hätten wir davon? Während dieser Reise würde auf der Erde soviel Zeit vergehen, daß sich auf der Erde niemand mehr an den Start der Rakete in „grauer Vorzeit" erinnerte, wenn sie aus den unergründlichen Tiefen des Alls zurückkehrt.

UNVERÄNDERLICHE LICHTGESCHWINDIGKEIT





Caroline Brodie

In einem Gedankenexperiment stellen wir uns vor, daß wir in einem Auto (A) eine Straße hinunterfahren. Wenn wir eine Geschwindigkeit von 100 km/h haben, und uns kommt ein anderer Wagen (B) mit ebenfalls 100 km/h entgegen, dann nähern sich die beiden Autos einander mit 200 km/h. Überholt hingegen Auto A das Auto C, das nur 80 km/h fährt, beträgt der Geschwindigkeitsunterschied zwischen den beiden Wagen nur 20 km/h. Obwohl also Auto A konstant mit hundert Stundenkilometern fährt, ändert sich seine relative Geschwindigkeit zu den anderen Autos – je nach Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung.

Stellen wir uns jetzt vor, wir wären die Piloten des Raumschiffes D, daß mit hunderttausend Kilometer pro Sekunde auf den Stern Wolf 359 zufliegt. Wir messen die Geschwindigkeit des Lichtes, das von dem Stern auf uns zukommt, und erhalten den Wert 299 793 km/s. Gleichzeitig messen unsere Kollegen, die sich in Raumschiff E mit 100 000 km/s vom Stern wegbewegen, ebenfalls die Lichtgeschwindigkeit, und erhalten den gleichen Wert wie wir. Die Lichtgeschwindigkeit ist also konstant.



- KERNVERSCHMELZUNG
- WINDKANALTESTS
- AUTO-CRASH

SUPERCOMPUTER

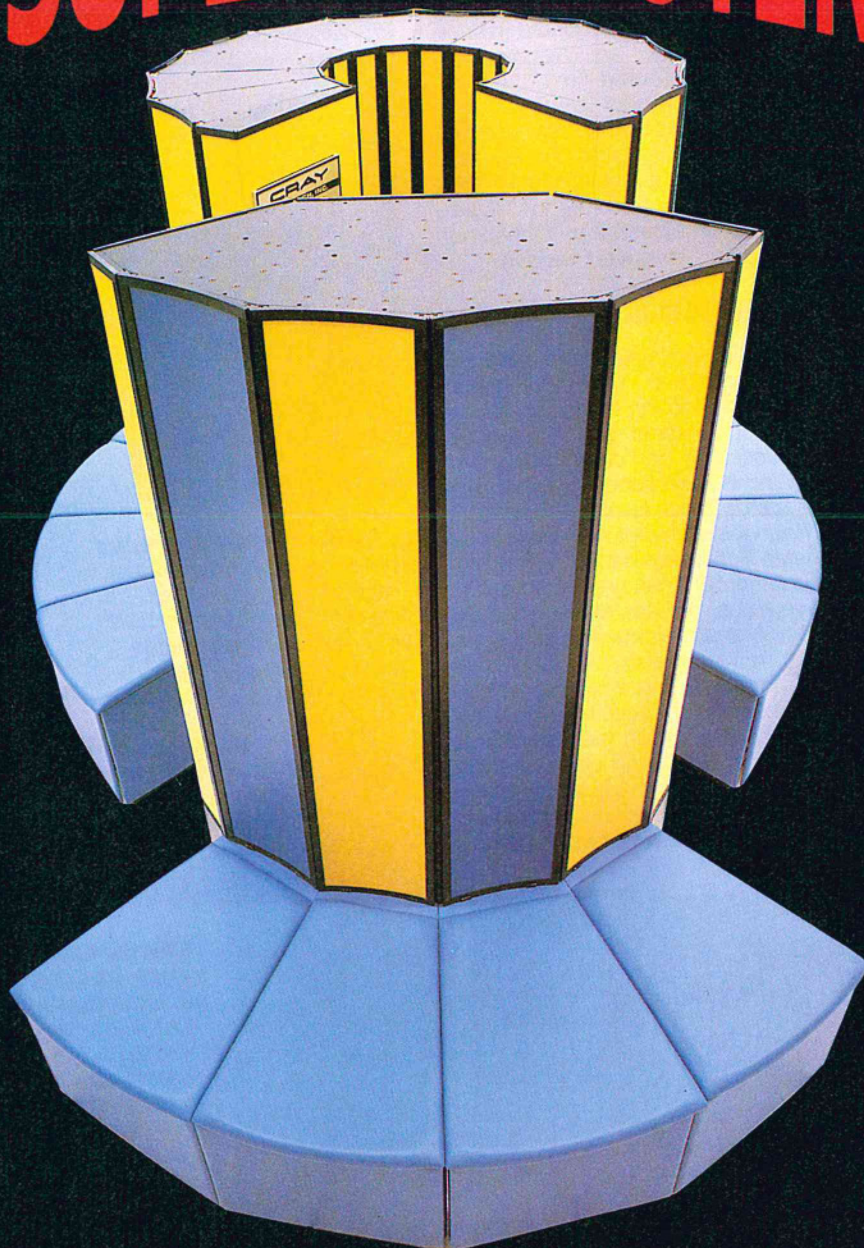
MEHR UND MEHR AUFGABEN werden mit der Kraft von Elektronenhirnen angegangen. Die Supercomputer der neuesten Generation sind in der Lage, bis zu hundert Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde zu bewältigen.

Im Europäischem Zentrum für mittelfristige Wettervorhersagen in Bracknell, Großbritannien, arbeitet ein Supercomputer, ein CRAY Y-MP/C90-16. Dieser Computer wird täglich automatisch mit einer schier unglaublichen Menge von Daten gefüttert, die von erdnahen Satelliten, Bodenstationen und instrumentenbestückten Ballons stammen. Mit Hilfe eines komplizierten mathematischen Modells berechnet der Computer aus diesen Daten die allgemeine Wetterentwicklung für die folgenden zehn Tage. Ein „gewöhnlicher" Computer würde an einer solchen Aufgabe monatelang rechnen und hoffnungslos in Zeitverzug geraten.

Simulierte Modelle

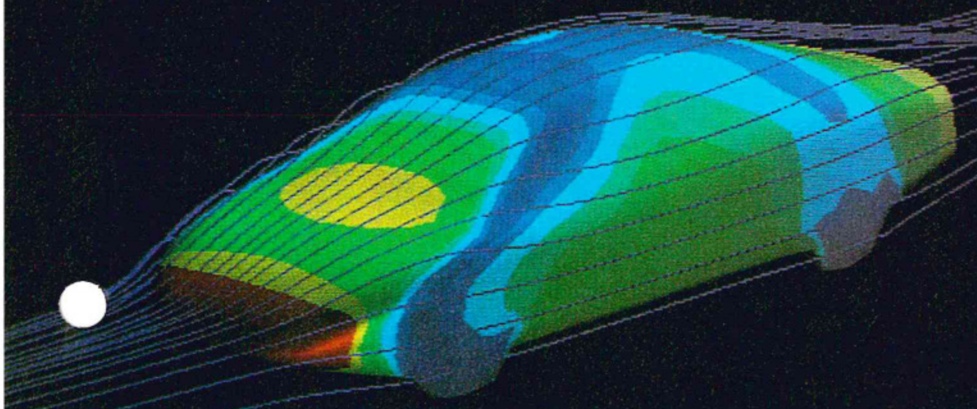
Supercomputer arbeiten auch in der Automobil- und Flugzeugindustrie an Fragestellungen, deren Beantwortung die Verarbeitung großer Datenmengen verlangt. Um den Luftwiderstand einer Automobilkarosserie zu verringern, mußten in der Vergangenheit viele Holzmodelle angefertigt werden, die zahllosen Tests im Windkanal unterzogen wurden. Dieses Verfahren war zeitaufwendig und daher teuer. Bevor heute ein Prototyp gebaut wird, simuliert der Supercomputer die Luftströmung an verschiedenen Karosserievarianten: Viele teure Windkanalmessungen werden durch billigere Tests am Bildschirm ersetzt. Erst wenn die Form der Karosserie weitestgehend feststeht, bekommt das Modell im Windkanal den letzten Schliff.

Auch Crash-Tests finden heutzutage oft nur am Bildschirm statt. Im Computer simulierte Zusammenstöße erlauben es den Technikern, die Karosserie von vornherein so zu gestalten, daß bei einem Unfall die Bewegungsenergie möglichst vollständig in Verformungsenergie umgewandelt wird. Achs- und Motoraufhängungen sowie die Form und Dicke von Blechen werden am Computer so geplant, daß sich bei einem Zusammenprall nur die



David Parker/SPL

▲ ***Die CRAY X-MP/48** verfügt über vier Hochleistungs-Zentraleinheiten und einen Speicherbereich von 128 Millionen Worten.*



Hank Morgan/SPL

▼ ***Wenn der Prototyp** eines neuen PKW gebaut wird, hat der Entwurf im Computer bereits die ersten Luftwiderstandsmessungen bestanden.*



„Knautschzone“ verformt. Die Fahrgastzelle und die Insassen bleiben unversehrt.

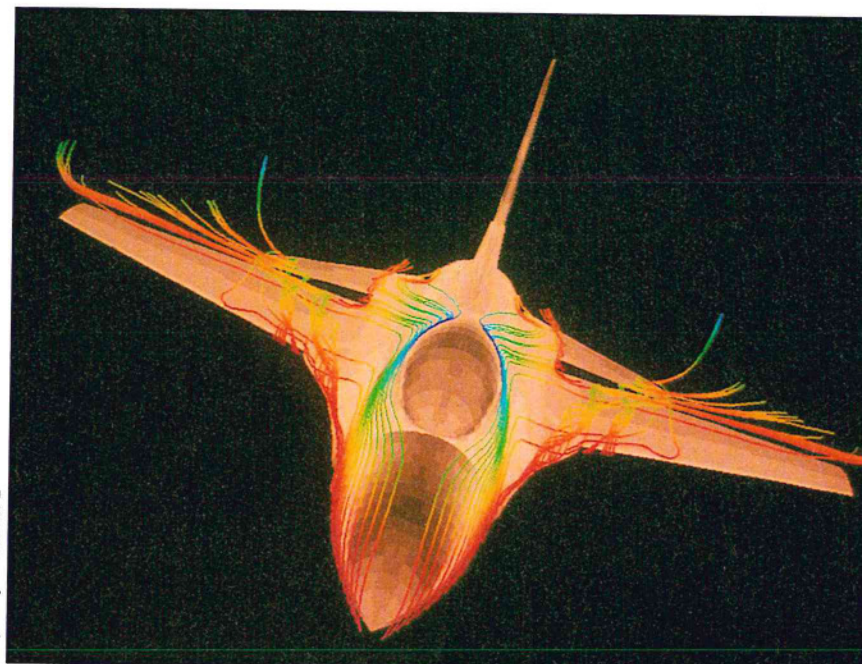
Am Lawrence Livermore National Laboratory in Kalifornien, USA, simulieren die Wissenschaftler mit Hilfe eines Supercomputers Kernverschmelzungen. Hier kommt es vor allem auf die Schnelligkeit der Rechner an. Während die Atomkerne annähernd mit Lichtgeschwindigkeit einander entgegenrasen und schließlich verschmelzen, hält der Computer nur einige von den Wissenschaftlern zuvor ausgewählte Phasen dieses Prozesses fest. Die im Höllentempo gesammelten Daten können nun in Ruhe weiter analysiert werden.

Immense Kosten

In vielen Forschungszentren wird mit Hilfe gigantischer Computeranlagen Grundlagenforschung betrieben. An der Erforschung unseres Universums, der Entschlüsselung der chemischen Prozesse im menschlichem Körper und nicht zuletzt auch an der Entwicklung von Hochgeschwindigkeitsrechnern der nächsten Generation haben die heutigen Supercomputer einen großen Anteil.

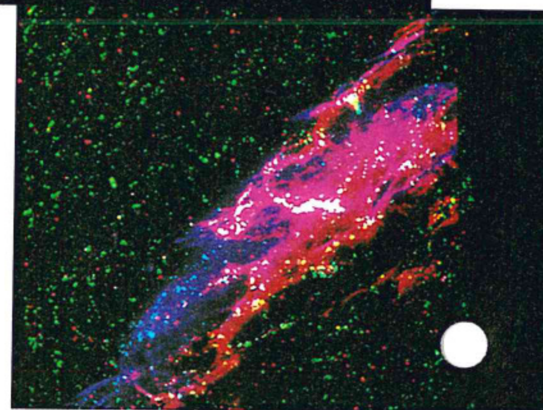
Zugegeben, die Kosten für einen Supercomputer sind immens. Richtig eingesetzt, rentieren sich die Rechner jedoch in kürzester Zeit. Innerhalb weniger Monate nach der Installation eines solchen Rechners hatten die Spezialisten der American ARCO Oil and Gas Company mit Hilfe ihres neuen elektronischen Kollegen einen Weg gefunden, den förderbaren Anteil eines riesigen Ölfeldes an der Prudhoe Bay vor der Küste Alaskas um fünf Prozent zu steigern. Der Gesamtwert des förderbaren Öls wurde zuvor auf etwa 100 Milliarden Dollar geschätzt. Öl im Wert von fünf Milliarden Dollar wäre dem Konzern ohne den Computer wahrscheinlich entgangen.

Zur Zeit ist der Wettlauf der Computerproduzenten um den schnellsten Rechner der Welt in vollem Gange. Das Rennen führt die Konstrukteure bis an die Grenzen des Machbaren. Einer der schnellsten Computer derzeit ist die CRAY-2. Sie erweist sich beim „Denken“ als richtiger Hitzkopf. Um die Schaltwege kurz zu halten, sind die elektronischen Bauteile der CRAY-2 so dicht gepackt, daß der Computer ohne Kühlung innerhalb von Minuten zusammenschmelzen würde! Um das zu verhindern, müssen 900 Liter Kühlflüssigkeit fortwährend durch die Wärmetauscher und die im Rechner eingebauten Kühlmittelleitungen gepumpt werden.



Dayle Boyer/NASA/SPL

▲ ***Aerodynamische Eigenschaften*** *eines Flugzeuges können schon im Entwurfsstadium mit Hilfe des Computers simuliert werden. Teure Windkanalversuche mit diversen Modellen werden eines Tages überflüssig sein.*



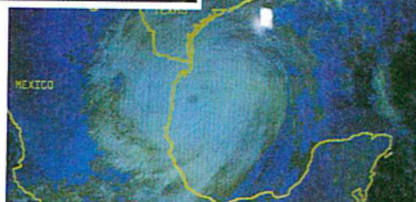
▶***Auch dem Geheimnis*** *der Entstehung des Universums versucht man mit Computermodellen und physikalischen Theorien auf die Spur zu kommen.*

Dr. John R. Dickel/SPL



Gamma/Frank Spooner Pictures

◀ ***Ein Hurrikan*** *wird mit Hilfe von Satelliten beobachtet. Aus ihren Messungen errechnet ein Supercomputer die Richtung, in die der Hurrikan weiterziehen wird. Die Bevölkerung in den bedrohten Gebieten kann rechtzeitig gewarnt werden.*



Gamma/Frank Spooner Pictures

Vielleicht gehören aber auch diese Superhirne schon morgen zum alten Eisen. In den Forschungslabors wird zur Zeit an der Verwirklichung supraleitender Chips gearbeitet. Sie würden dem elektrischen Strom keinen Widerstand mehr bieten und könnten dadurch jeden heutigen Computer hinsichtlich der Rechnergeschwindigkeit mühelos „versägen“.

Kaum zu glauben

WESTENTASCHEN-GENIES

WENN DIE MINIATURISIERUNG DER COMPUTER WIE BISHER WEITERGEHT, GIBT ES RECHNER WIE DIE CRAY BALD IM TASCHENRECHNERFORMAT. NUR DER BILDSCHIRM DÜRFTE NACH WIE VOR ETWAS SPERRIG SEIN.



Paul Raymonde



DIE FÜNFTE GENERATION

- SUPRALEITER
- OPTISCHE FASERN
- NEURONALENETZE

DIE RECHNER DER ZUKUNFT werden sich – soviel ist gewiß – völlig von den Elektronengehirnen unserer Tage unterscheiden. Nur dann läßt sich ihre Leistung noch weiter steigern. Ob sie die Technik der Supraleiter nutzen, mit Strahlen aus reinem Licht rechnen oder wie das menschliche Gehirn aufgebaut sein werden, ist jedoch noch offen.

Heutzutage arbeiten praktisch alle Computer mit Silikonchips. Jeder dieser Bausteine enthält Tausende von winzigen Schaltern, von denen jeder sich in jeweils einem von zwei Zuständen befinden kann. Er kann „an-" oder „ausgeschaltet" sein: Entweder er läßt Strom hindurch oder nicht. Durch die Kombination mehrerer Schalter werden komplexere Strukturen dargestellt.

Nach diesem Prinzip arbeiteten bereits die Computer der ersten Generation, die aus Relais aufgebaut waren. Der Fortschritt seitdem: die Bauteile wurden immer kleiner, die Schaltwege immer kürzer, die Rechenzeiten verkürzten sich. Die Miniaturisierung weiter voranzutreiben, wird aber immer schwieriger; deshalb suchen Wissenschaftler nun andere Wege, um die Leistung der Prozessoren zu steigern.

Weil es bei der Entwicklung der Chips für die angestrebten schnelleren Computer der fünften Generation um die Märkte der Zukunft geht, will jeder der erste sein, der sie herstellen kann. Klar, daß bei diesem Rennen jeder seine Konkurrenten genau im Auge hat. In einer solchen Situation werden bereits Gerüchte über den Stand der Forschungen hoch gehandelt – und zum Teil bewußt gestreut, um die Konkurrenz zu verwirren.



***Im Kinofilm „2010"** arbeitet ein Raumfahrer am Zentralprozessor eines Computers, der einen Mord begangen hat. Computer, die so intelligent sind, daß sie sogar kriminell werden können, gehören noch in den Bereich der Science fiction.*

MGM



Silizium leitet die Elektrizität nicht allzu schnell. Chips aus Galliumarsenid, einem anderen Halbleitermaterial, lassen elektrischen Strom fünfmal so schnell passieren. Schon jetzt arbeiten einige Supercomputer mit den superschnellen Galliumarsenid-Chips.

Einige Substanzen werden supraleitend, wenn sie bis nahe an den absoluten Nullpunkt (die niedrigste erreichbare Temperatur = minus 273,15° C) heruntergekühlt werden. In diesem Zustand leiten sie elektrischen Strom ohne jeden Widerstand. Schalter, die auf solchen supergekühlten Supraleitern basieren, konstruiert werden, daß sie mehrere einkommende Signale zur gleichen Zeit verarbeiten. Lichtstrahlen können sich überlagern und kreuzen, ohne daß der Rechner durcheinanderkommt; überlagerte elektrische Ströme würden sich hingegen hoffnungslos „verknäulen".

Optische Computer könnten direkt an moderne Telefonnetze aus Faserkabeln angeschlossen werden. Umsetzer, die Lichtimpulse in für heutige Computer verständliche elektrische Signale „übersetzen", wären überflüssig.

Der leistungsfähigste Computer der Welt ist immer noch das mehschliche



***Im keramischen Supraleiter** fließt elektrischer Strom fast ohne Widerstand. Flüssiger Stickstoff kühlt ihn auf eine Temperatur nahe dem absoluten Nullpunkt. Ein Magnet schwebt im elektromagnetischen Feld des Leiters.*

David Parker/IMI/SPL

die sogenannten „Josephson-Verbinder", sind im Labor bereits erprobt. Sie können Trillionen von Schaltvorgängen pro Sekunde ausführen – viel mehr als jeder konventionelle Schalter. Es sind jedoch noch zahlreiche Hürden zu nehmen, bevor der erste Computer bei supertiefen Betriebstemperaturen zuverlässig funktioniert.

Rechnen wie der Blitz

Vielleicht haben die Rechner von morgen aber auch überhaupt keine elektrischen Schaltungen mehr. Schon heute ist es möglich, superhelle Blitze aus Laserlicht hunderte von Kilometern durch feine Glasfaserkabel zu schicken. In Zukunft könnten diese Lichtleiter die elektrischen Verdrahtungen im Rechner ersetzen. In optischen Computern, den „Lichtgehirnen", werden Transphasoren arbeiten, Schalter, die statt mit Elektrizität mit Lichtimpulsen funktionieren.

Im Experiment können Transphasoren schon jetzt tausendmal schneller schalten als jeder Halbleiter. Auch können sie so

Gehirn. Zwar können wir nicht so schnell addieren oder multiplizieren, wie ein „zahlenfressender" Supercomputer vom Schlage einer Cray oder eines Suprenum. Dafür können wir aber kreativ denken, uns Dinge vorstellen, Konzepte entwickeln und träumen, etwas, was bisher kein Computer kann. Wenn Gehirne so gute „Denkzeuge" sind, warum baut man dann nicht einfach einen Rechner nach dem Konstruktionsprinzip unser „kleinen grauen Zellen"?

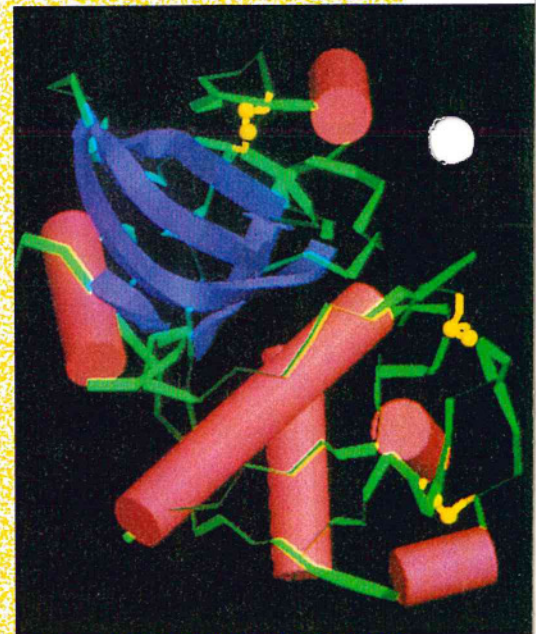
In aller Welt arbeiten Wissenschaftler im Moment an genau diesem Projekt. Sie hoffen, daß es ihnen gelingt, „neuronale Computer" zu konstruieren, deren logische Schalter so wie die Neuronen unseres Gehirns zusammenarbeiten. Eine schwierige Aufgabe, denn das Gehirn eines erwachsenen Menschen besteht aus mehreren Milliarden Zellen, den Neuronen, von denen jede mit ungefähr zehntausend ihrer Nachbarneuronen „verkabelt" ist. Außerdem arbeiten diese Zellen nicht wie die Halbleiter eines Computers, die immer nur einen Befehl zur Zeit ausführen können. Alle unsere Gehirnzellen arbeiten parallel – gleichzeitig und gemeinsam. Parallele Computerarchitekturen, die mehrere Aufgaben zur gleichen Zeit bearbeiten können, sind einer der erfolgversprechendsten Wege, wenn es darum geht, die Leistung der Rechnersysteme zu steigern.



Ivaldi/Jerrican

◀ ***Glasfasern** leiten Informationen in Form von hellen Lichtblitzen weiter. In den Computern der Zukunft werden sie vermutlich die elektrischen Leiter ersetzen. Man kann die Fasern biegen, aufrollen und verdrehen, ohne ihr Funktionieren zu beeinträchtigen.*

BIOCHIPS



Dr. Arthur Lesk/SPL

Grundlage eines nach dem Prinzip des menschlichen Gehirns aufgebauten Computers könnte auch der Biochip sein. Aus Proteinmolekülen konstruiert (oben als Computergraphik dargestellt) und jeweils in Hinblick auf ihre besonderen Aufgaben entworfen, könnten Biochips wie komplizierte Schalter arbeiten. Weil sie aus lebender Materie bestehen, können sich Biochips möglicherweise sogar selbständig zu neuronalen Netzen organisieren und sich selbständig reparieren, wenn sie beschädigt werden.

Kaum zu glauben

FLOTTE NUMMER

DER NEUE INTEL 860 „SUPERCHIP" KANN PRO SEKUNDE EINHUNDERTFÜNFZIG MILLIONEN RECHENOPERATIONEN AUSFÜHREN – DAS SIND NEUN MILLIARDEN PRO MINUTE.



Paul Raymonde

MAUL WÜRFE

- ERDHÄUSER
- TUNNEL-FABRIKEN
- HÖHLENSTÄDTE

SUCHE KLEINE WOHNUNG – so beginnen viele Anzeigen in unseren Tageszeitungen. Von Monat zu Monat steigen die Mietpreise, denn Wohnraum ist knapp. Müssen die Menschen Maulwürfe werden, um überleben zu können?

Unsere Städte platzen aus allen Nähten, doch neue Siedlungen und Satellitenstädte lassen sich nicht mehr so einfach in die Landschaft setzen wie noch vor 20 Jahren. Die Genehmigungsverfahren sind komplizierter geworden, und mit Sicherheit gibt es Einsprüche von Nachbarn oder von Naturschützern. Aus gutem Grund: Schließlich soll unsere Landschaft nicht völlig zersiedelt werden. Wir brauchen Naherholungsgebiete. Das Problem ist eben, daß sich Grund und Boden nicht beliebig vermehren lassen – nur die Menschen werden immer mehr.

Newfoundland and Labrador Hydro



Newfoundland and Labrador Hydro

◀ ***Tunnel-Turbinen:*** *253 Meter unter der Erde wird in diesem kanadischen Kraftwerk Strom erzeugt.*

▲ ***Flutkammer*** *im Bergesinneren – das Wasserkraftwerk von Churchill Falls in Kanada während der Bauarbeiten.*

Städteplaner und Architekten haben schon lange nach möglichen Auswegen gesucht. Auf der Hand lag, die Häuser höher zu bauen. Bei Bürogebäuden hat man dies auch mit Erfolg verwirklicht, doch in Bürogebäuden wohnt man nicht.

Versuche, auch bei Wohnhäusern immer höher hinaus zu bauen, haben sich inzwischen als Fehlschläge erwiesen. Sehr bald verwandelten sich diese Musterhäuser, die in den 60er Jahren als der letzte Schrei moderner Architektur gepriesen wurden, in stinkende, dreckige und verwahrloste Wohnsilos. Viele Bewohner klagen über Vandalismus und leben in ständiger Angst vor Überfällen und Einbrüchen. In London begann man bereits 1988 mit dem Abriß der ersten städtischen Wohnhochhäuser, da niemand mehr bereit war, in ihnen zu leben. Auch wurden die Unterhalts- und Reparaturkosten dieser Wohnmonster, die noch keine 20 Jahre alt waren, für die Eigentümer unbezahlbar.

Hochhäuser, gleich ob Wohn- oder Büroturm, schaffen noch andere Probleme: Sie behindern die Frischluftzufuhr für die Städte. Untersuchungen in Frankfurt am Main, wo in den 70er und 80er Jahren zahlreiche Hochhäuser dicht beieinander errichtet wurden, haben gezeigt: Die kühlen Nachtwinde, die von den Hängen des Taunus in die Stadt

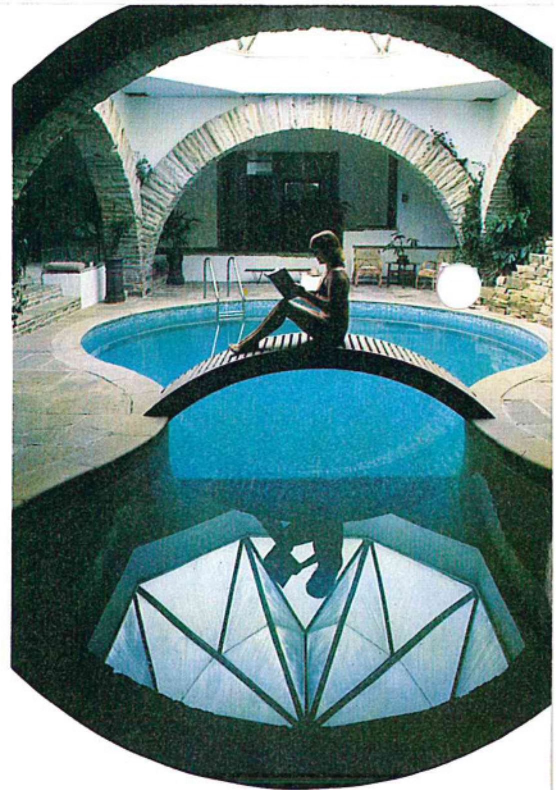


strömen, werden von den Hochhäusern abgelenkt, und der lebensnotwendige Luftaustausch findet nicht mehr in vollem Umfang statt.

Da der Himmel über uns nicht grenzenlos ist, haben die Städteplaner nach unten geschaut – in die Tiefe. Schon unsere Vorfahren in der Frühgeschichte der Menschheit suchten in Höhlen Zuflucht und fanden dort so viel Schutz, daß die Spezies Mensch überleben konnte.

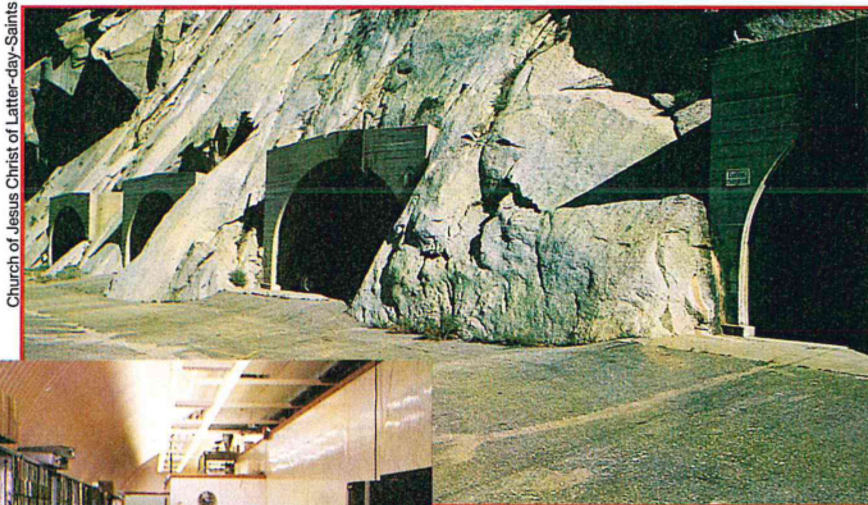
Eine moderne Abwandlung der Höhlenwohnung sind Erdhäuser. In den USA gibt es schon über 10 000 unterirdische oder teilversenkte Häuser. Die Erde wird ausgeschachtet, das Haus hineingebaut und das Dach mit Erde bedeckt, so daß es sich voll in die Landschaft einpaßt. Die Fenster läßt man in das Dach ein; meist sind es durchsichtige Kunststoffkuppeln. Was in den USA die neueste Öko-Mode ist, hat in China eine Jahrtausende alte Tradition. Dort leben über vier Millionen Menschen in Höhlen und in lehmgebauten Erdwohnungen.

Halbversenkte Gebäude sparen zwar nicht automatisch Baugrund ein, aber die Energieersparnis ist erheblich. 95 Prozent des berühmten Smithsonian Museums in Washington befinden sich unter der Oberfläche. Auch die Laborgebäude der Universität von Minnesota ragen zu 95 Prozent in die Tiefe.



▶ ***Erdhäuser** sind billiger zu bauen und sparen Heizkosten: hier ein englisches 5-Zimmer-Erdhaus mit Swimmingpool.*

Rex Features Ltd.



Church of Jesus Christ of Latter-day-Saints

Church of Jesus Christ of Latter-day-Saints

▲ ***Bergarchiv:** Tief im Granitmassiv der Wasatch Mountains im US-Bundesstaat Utah hat die Sekte der Mormonen ihr Mitgliederarchiv eingerichtet. Die Daten sind auf Mikrofilm gespeichert.*

Im Gegensatz zu Hochhäusern kann bei diesen Tiefbauten die Konstruktion erheblich einfacher und dementsprechend billiger sein. Die Heizkosten fallen erheblich niedriger aus, da die Außentemperaturen im Winter nicht unter den Gefrierpunkt sinken und im Sommer kaum so stark steigen, daß der Einsatz von Klimaanlagen nötig wäre.

Wer unter staubfreien Bedingungen, bei gleichbleibenden Temperaturen und konstanten Luftfeuchtigkeitswerten, dazu noch völlig erschütterungsfrei arbeiten oder produzieren will, der bohrt sich am besten einen Tunnel tief in eine Felsformation hinein. Im Inneren der Berge bleiben die Temperaturen das ganze Jahr über nahezu konstant: Sie schwanken zwischen 7 und 10 ° Celsius – für Computeranlagen geradezu ideale Arbeitsbedingungen.

Sicher vor Erdbeben

In Japan, wo die Bodenpreise schon seit Jahren in immer astronomischere Höhen klettern, hat die Regierung ein Forschungsprogramm in Auftrag gegeben, das die Preisprobleme in den Griff bekommen soll. Ein Ergebnis dieses Projekts ist in Japan auf besonderes Interesse gestoßen: Unterirdische Bauten, die mit elastischen Wänden verkleidet sind, überstehen die häufig in Japan vorkommenden Erdbeben ohne Schäden. Die Wirkung von Schockwellen, die bei einem Erdbeben unter der Erde auftreten, ist um rund 60 Prozent schwächer als über der Erde: Eine Tatsache, die im häufig von Erdbeben erschütterten Japan sicher ein gewichtiges Argument für unterirdische Architektur ist.

Der Bau unterirdischer Städte wird sicherlich noch viele Jahrzehnte auf sich warten lassen. Auch wenn alle technischen Probleme gelöst sind, bleibt immer noch die Tatsache zu bedenken, daß der Mensch nicht zum Maulwurf geboren ist. Ob er sich jemals an ein Leben in der Tiefe gewöhnen kann, in einer völlig künstlichen Umgebung, ohne Sonnenschein und ohne die gewohnte natürliche Umgebung, wird sich dann erst noch zeigen.

LEBENDIG BEGRABEN

Die 27jährige italienische Forscherin Stefania Folini verbrachte 1989 vier Monate in einem Erdhaus zehn Meter tief unter der Oberfläche. Ziel des Versuchs war herauszufinden, wie ein Mensch ohne Radio, ohne Uhr und ohne Sonnenschein isoliert leben kann. Schon bald verlor die Wissenschaftlerin ihr Zeitgefühl und änderte ihren Lebensrhythmus: Sie blieb 23 Stunden wach und schlief dann für zehn Stunden. Als sie nach vier Monaten wieder an die Oberfläche kam, glaubte sie, daß erst drei Monate vergangen seien. Sie litt unter schwerem Gedächtnisschwund und hatte große Konzentrationsschwierigkeiten. Die lange Isolation zeigte schreckliche Folgen: Einige Monate später beging Stefania Folini Selbstmord.



WASSERPOWER

- EROSION
- DIE KRAFT DER FLUT
- TURBINEN

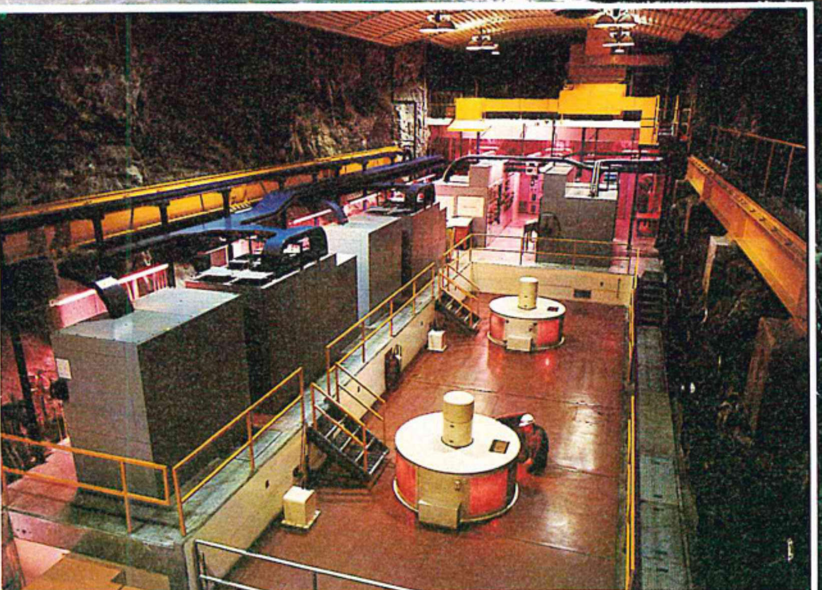
DIE KRÄFTE DES WASSERS nutzt der Mensch schon seit Jahrhunderten. Heute drehen sich statt nostalgischer Mühlräder hochmoderne Turbinen im Strom des Wassers; sie sind das Herzstück hydroelektrischer Kraftwerke, die den Strom wirtschaftlicher als mit jeder anderen Methode erzeugen.

Wie groß die Energie des Wassers ist, wird klar, wenn man studiert, wie es gewaltige Bergketten erodiert, die durch tektonische Bewegungen entstanden sind. Sobald sie aufgeworfen werden, beginnen Wind, Regen und Wellen mit ihrem geduldigen Zerstörungswerk. Regen und Eis wirken wie Meißel auf den Stein der Berge. Das Wasser trägt den Fels ab, über den es fließt. Mit der Zeit schneidet ein schnellfließender Fluß ein V-förmiges Tal in den Fels, das zur Freude der Geologen häufig tieferliegende Gesteinsschichten freilegt. Wenn das Wasser in Felsspalten friert, dehnt es sich aus und läßt das Gestein springen, so daß kleine Steine oder sogar große Brocken abplatzen. Die großen Gletscher schließlich tragen auf ihrem Weg langsam aber geduldig das unterliegende Gestein ab und hinterlassen im Laufe der Jahrtausende tiefe Täler.

Die erodierende Kraft des Wassers macht sich in viel kleinerem Maßstab auch ein neuentwickeltes Werkzeug zunutze. Ultraharter Korundstaub, der in einem Hochdruckwasserstrahl auf ein Werkstück gerichtet wird, kann Aluminium zerschneiden. Obwohl der Strahl den Werkstoff durch Reibung zertrennt, verformt sich das Material nicht, weil das Wasser gleichzeitig kühlend wirkt.

An den Küsten der Welt üben die brechenden Wellen auf die Felsen am Ufer enorme Kräfte aus. Sie können Brocken mit einem Gewicht von etlichen Tonnen aus dem Gestein „sprengen", wenn sie die Luft in den Felsspalten zusammen-

__Das erste Wasserkraftwerk__ der Welt nutzte die Kraft der Niagarafälle (oben). Im Turbinenhaus einer modernen hydroelektrischen Anlage wie der in Snettisham, Alaska (rechts) entsteht aus der Kraft des bergabfließenden Wassers genug elektrische Energie, um eine Kleinstadt mit Strom zu versorgen.





Hauptteinlaß
Zulauf
Hochdruckleitungen aus Beton
Turbinenhalle
Elektrik
Transformatoren
Zufahrten
Niederdruckleitungen
Unterer See

Central Electricity Generating Board

▲ ***Das Pumpspeicherwerk** in Dinorwic, Wales, nutzt Turbinen, um das Wasser in das obere Reservoir zu pumpen. Wenn es zurück nach unten fließt, erzeugt es in den Turbinen elektrische Energie.*

pressen. Wenn das Wasser zurückfließt und sich die Luft wieder ausdehnt, wirkt sie wie die Druckwelle einer Bombe.

Die Kraft des Wassers nutzt man heute direkt in hydroelektrischen Kraftwerken, um Strom zu erzeugen. Ihre Turbinen treibt man mit den großen Wassermassen an, die in durch Dämme oder Mauern aufgestauten Seen gesammelt werden. Wenn dieses Wasser mit gewaltiger Wucht durch die Turbinen schießt, dreht es ihre Schaufelräder und erzeugt so Strom – wie ein Fahrraddynamo.

Wasserkraft ist sauber, billig und sicher. Einige Länder, insbesondere Norwegen, beziehen fast ihre gesamte elektrische Energie aus Wasserkraft.

Es gibt verschiedene Konstruktionsprinzipien, nach denen Staudämme gebaut werden. Sie reichen vom massiven „Schwerkraftdamm" wie dem Grande Dixence in der Schweiz (mit 285 m die höchste Staumauer der Welt), der das Wasser einfach mit seiner enormen Masse bändigt, bis zum Kuppeldamm, der seine Stabilität durch seine geschwungene Form erhält.

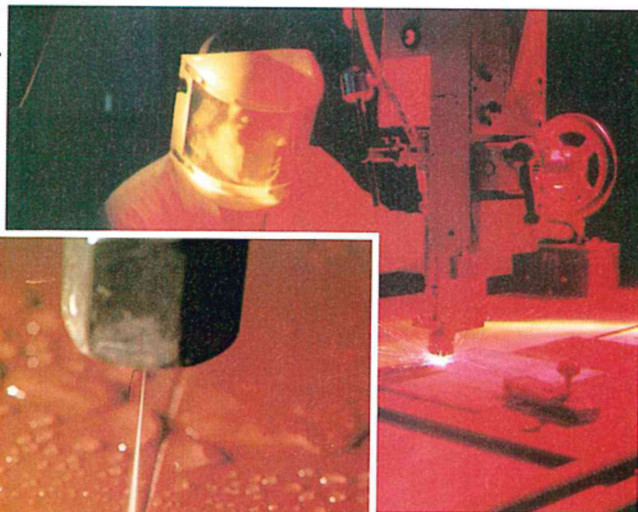
Auch bei den Turbinen gibt es verschiedene Typen. Reaktionsturbinen bringen am meisten „Saft": Ihre propellerähnlichen Räder sitzen in einem runden Gehäuse und tauchen völlig in den Wasserstahl ein. Wenn die Wassermenge, die auf eine Turbine einwirkt, nicht sehr groß ist, aber mit hohem Druck ankommt, weil sie aus großer Höhe herabschießt, werden jedoch Impulsturbinen eingesetzt. Sie sind nicht vom Wasser bedeckt; die Turbine wird von becherähnlichen Rädern gedreht, die außen an den Turbinenrädern sitzen. Dieser Typ heißt Impulsturbine, weil der Wasserstrom auf jeden Becher einen zeitlich begrenzten Impuls ausübt und ihn sozusagen „weiterschießt", während die Schaufeln einer Reaktionsturbine kontinuierlich vom mächtigen Wasserstrom bewegt werden.

Turbinen können auch aus der Kraft von Ebbe und Flut elektrische Energie gewinnen. An einigen Küsten mit ausreichendem Tidenhub hat man bereits Tur-



Lockheed/Dept of Defence/TRH

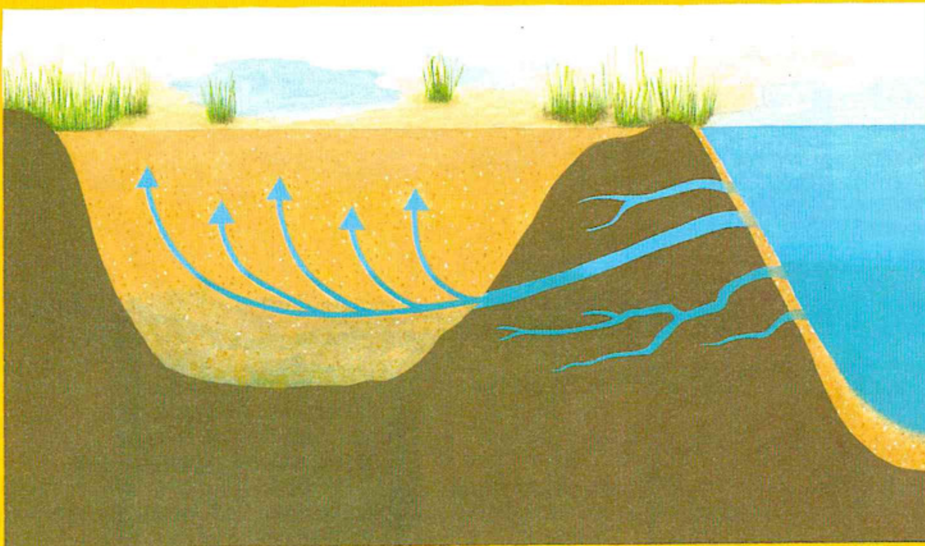
► ***Hydroelektrische Kraftwerke** an Staudämmen erzeugen elektrische Energie. Ein kompliziertes System aus Transformatoren und Schaltern kontrolliert die Stromerzeugung.*



Lockheed Aeronautical Systems

◄ ***Wasserstrahlen,** die feine Sandpartikel enthalten, können sogar Aluminium zerschneiden. Das Wasser kühlt das Material beim Schneiden, so daß die Reibung es nicht verformt.*

DAS GEHEIMNIS DES TREIBSANDS



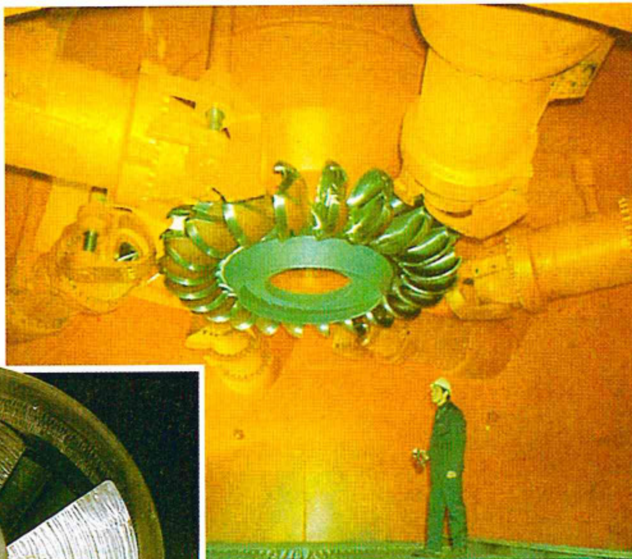
Caroline Brodie

Kaum ein Tod ist furchtbarer als das langsame Versinken im Treibsand. Der scheinbar so feste Grund gibt plötzlich nach und zieht sein Opfer hinab, so daß es im fließenden Sand langsam erstickt. Auch dieses Phänomen beruht auf der Kraft des Wassers. Bei Treibsand handelt es sich nicht einfach um eine Grube mit lockerem Sand. Die heimtückischen Fallen entstehen, wenn das Wasser aus einer unterirdischen Ader wie durch feine Röhren nach oben in eine Sandgrube gepreßt wird. Der Wasserdruck zwingt die Sandkörner aus ihrer normalen, dichten Packung, so daß aus sicherem Boden eine unentrinnbare Falle aus fließendem Sand wird.

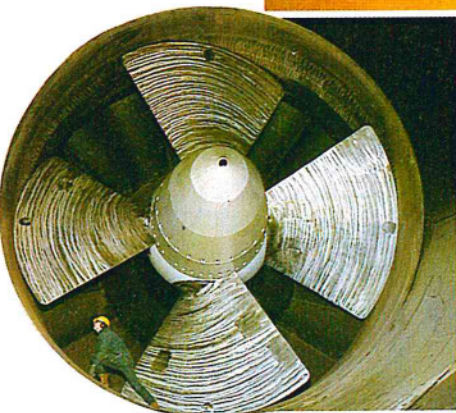
binen installiert. Der Wasserdruck wird erhöht, indem Ebbe und Flut durch schmale, den Tidenstrom verdichtende Röhren zur Turbine geleitet werden. Einige Tidenkraftwerke haben bidirektionale Turbinen, die sich bei Flut in eine Richtung drehen und bei Ebbe in die entgegengesetzte. Andere nutzen nur den ablaufenden Ebbstrom.

Auch die mächtigen Wellen, die sich an den Küsten brechen, stecken voller Energie. Bis jetzt haben Wissenschaftler aber noch keine sichere und wirtschaftliche Methode gefunden, sie effektiv zu nutzen. Immerhin gibt es schon einige kleine Versuchsanlagen. Ein Prototyp soll auf der schottischen Insel Islay gebaut werden. Man plant, eine röhrenförmige Kammer im Wellenbereich abzusenken; sie ist unten offen. Wenn die Wellen an der Kammer vorbeiströmen, bewegt sich die Wassersäule in der Kammer wie ein Kolben auf und ab und treibt eine Generatorturbine an. Ein ausgetüfteltes System sorgt dafür, daß sich die Turbine nur in einer Richtung dreht. Sie ist mit einem Generator verbunden, der aus der Drehbewegung elektrische Energie erzeugt. Die Prototypanlage auf Islay soll 180 Kilowatt erzeugen; sie kann so die Häuser auf der Insel mit Strom versorgen, der 35 Prozent billiger als der vom Festland ist: Er kostet nur zwölf Pfennig pro Kilowattstunde.

Auch Kohle-, Erdöl- und sogar Kernkraftwerke brauchen Wasser, um zu funktionieren: Hochdruckdampf treibt in ihnen Dampfturbinen an, die Elektrizität erzeugen. Der Dampf hat, wenn er die Turbine erreicht, eine Temperatur von 550 Grad Celsius und einen Druck von 246 Kilogramm pro Quadratzentimeter. In den USA hat der Strom eine Frequenz von 60 Hertz. Dort laufen die Turbinen entweder mit 3600 oder 1800 Umdrehungen pro Minute. Bei uns in Europa laufen sie mit 3000, 1500 oder 1000 Umdrehungen, um Strom mit einer Fre-

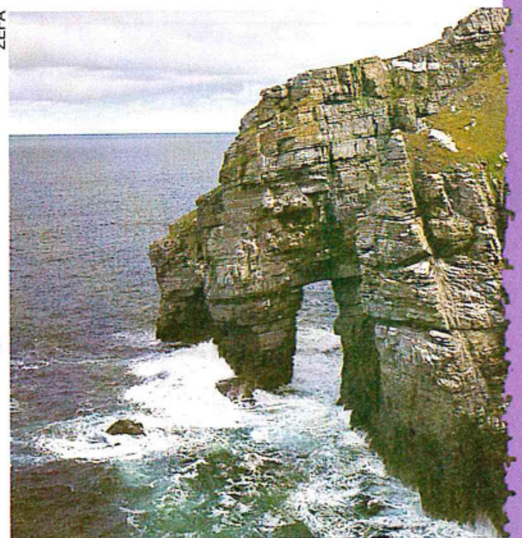


Kvaerner Boding Ltd



Kvaerner Boding Ltd

▶ ***Eine Impulsturbine*** *dreht sich, wenn Wasser mit hohem Druck auf die Schaufelräder der Turbine trifft. Eine Reaktionsturbine (unten) wird völlig vom Wasserstrom umflossen und durch das Wasser gedreht, das an ihr vorbeifließt.*



ZEFA

▲ ***Die Kraft der Wellen*** *ist so groß, daß sie Felsen auseinander sprengt. Das Wasser preßt die Luft in Felsspalten zusammen. Weicht es zurück, explodiert sie regelrecht.*

Kaum zu glauben

REGENMACHER

WENN MAN REGENWOLKEN MIT KÜGELCHEN AUS TROCKENEIS „IMPFT", ENTSTEHT REGEN ODER SCHNEE. EIN EINZIGES KÜGELCHEN, DAS DURCH EINE WOLKE MIT EINER DICKE VON 1 KM FÄLLT, KANN VIELE TONNEN SCHNEE ERZEUGEN.



Paul Raymonde



quenz von 50 Hertz zu erzeugen. Der heiße Hochdruckdampf passiert bei diesen Umdrehungsgeschwindigkeiten die Turbine in Sekundenbruchteilen.

Wieviel Energie Wasser in einer hydroelektrischen Anlage erzeugt, hängt von der Wassermenge ab, die durch die Turbinen rauscht. Wenn der Stromverbrauch gering ist, ist das Wasser, das durch die Turbinen donnert, verschwendet: Die Turbine einfach abzuschalten, wäre jedoch zeitraubend und unwirtschaftlich. Das Problem ist, daß es bis heute keine effektive Methode gibt, große Elektrizitätsmengen zu speichern.

Man kann dieses Problem umgehen, indem man Pumpspeicherwerke einrichtet, wie zum Beispiel die Anlage in Dinorwic in Wales. Das Kraftwerk wurde in Kavernen tief in ein Gebirge hineingebaut und nutzt die Tatsache, daß es in diesen Bergen zwei Seen unterschiedlicher Höhe gibt. Wenn der Stromverbrauch gering ist, wird der überschüssige Strom verwendet, um Wasser aus dem tieferliegenden in den oberen See zu pumpen. Tagsüber, wenn in Spitzenzeiten der Bedarf besonders groß ist, läßt man das hochgepumpte Wasser wieder nach unten schießen; dabei treibt es Turbinen an, die so die zusätzliche Energie genau dann erzeugen, wenn sie von Haushalten und Industrie gebraucht wird.

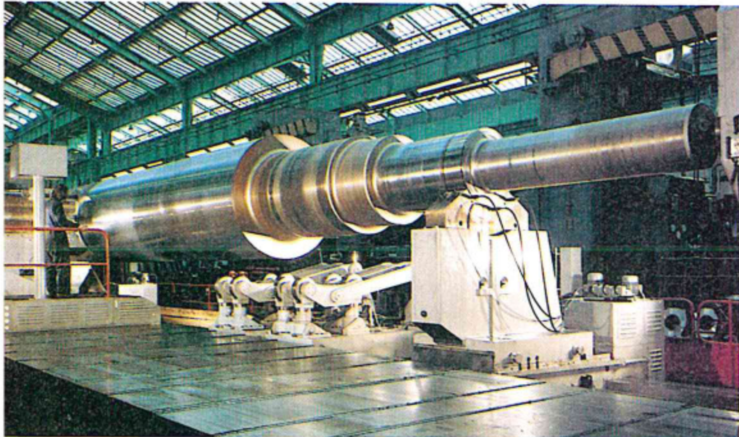
Auch in Deutschland gibt es in der Nähe von Hamburg in Geesthacht ein solches Pumpspeicherwerk. Hier pumpt man das Wasser aus der Elbe in ein höhergelegenes, künstlich angelegtes Staubecken und nutzt die Fallenergie des Wassers, indem man es durch gewaltige Rohre wieder in den Elbstrom zurücklaufen läßt.

Wasser liefert uns aber auch auf indirektem Wege gewaltige Energiemengen: Es besteht aus einem Atom Sauerstoff und zwei Atomen Wasserstoff. Wenn man Wassermoleküle aufspaltet, entsteht hochexplosives Knallgas, ein Gemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff.

Wasserstoff wird als Treibmittel in den Hauptmotoren des Space Shuttle eingesetzt und hat auch die gewaltige erste Stufe der Saturn-5-Rakete angetrieben. Vielleicht wird dieser billige, saubere Treibstoff einmal Diesel und Benzin ablösen. Autos könnten mit Wasserstoff betrieben werden. Es gibt bereits Prototypen, Größe und Kühlung des Tanks bereiten aber noch große Schwierigkeiten, und es ist auch nicht leicht, den Tank so zu konstruieren, daß der Wagen bei einem Unfall nicht gleich explodiert.


Central Electricity Generating Board

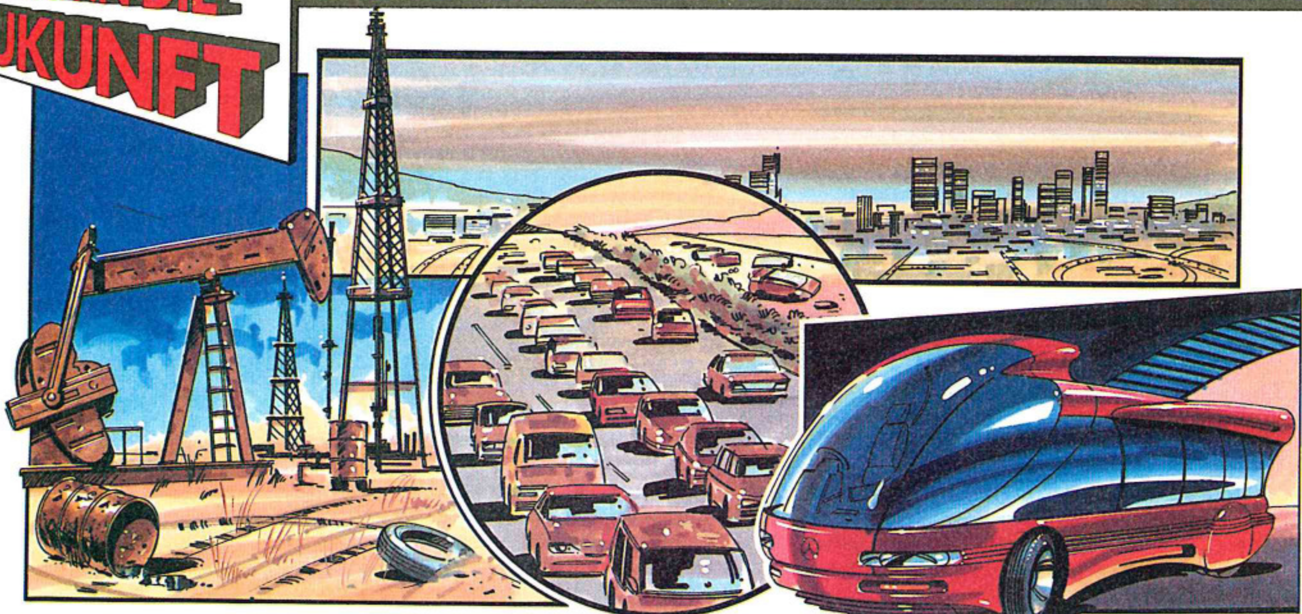
▲ ***Jede der Dampfturbinen** im Kohlekraftwerk von Drax in der englischen Grafschaft Yorkshire kann bis zu 660 Megawatt erzeugen.*


NEI Parsons Ltd

◀ ***Der Hauptschaft** einer Dampfturbine rotiert mit über dreitausend Umdrehungen pro Minute. Über eine Stunde braucht er, um auf diese Geschwindigkeit zu kommen. Nach zwölf Stunden erreicht die Turbine ihre Maximalleistung. Hielte man sie plötzlich an, würde die Hauptachse so heiß, daß sie verbiegt.*

BLICK IN DIE ZUKUNFT

WASSERAUTOS


Joe Lawrence

▲ *Irgendwann werden die Ölreserven der Erde aufgebraucht sein. Dann gibt es kein Benzin mehr, und die Autos bleiben stehen.*

▲ *Aus Wasser erzeugter Wasserstoff wäre ein guter alternativer Brennstoff. Im Gegensatz zu Benzin verschmutzt er nicht die Umwelt.*

▲ *Es gibt bereits Prototypen, die mit Wasserstoff angetrieben werden. Dieser Brennstoff ist 50 Prozent ergiebiger als Diesel.*



Mit dem Synthesizer erzeugte Musik kann im Hinblick auf Klangfülle und Komplexität durchaus mit der Musik großer Orchester konkurrieren. Ein Synthesizer wird jedoch von einem einzigen Musiker gespielt.

Synthetische Musik

DIE NEUE HOCHTECHNOLOGIE, vor allem die Elektronik, hat auch die populäre Gebrauchsmusik revolutioniert. Neue Instrumente und Kompositionstechniken verändern das Hörempfinden. Synthesizer produzieren faszinierende Klänge und machen Legionen von Studiomusikern arbeitslos.

Ein Synthesizer ist ein elektronisches Musikinstrument; die meisten werden über ein Keyboard gespielt. Sein „Herz" ist jedoch stets die Elektronik. Sie erzeugt die Grundkomponenten aller Töne – aus denen sich komplexe Klänge und Geräusche mischen lassen.

Drei Komponenten bestimmen jedes Klangereignis: die Grundsignale, die Klangfarbe (der Anteil, den unterschiedlich hohe Grundsignale am Gesamtklang haben) und die Hüllkurve (der Lautstärkenverlauf über die Dauer des Klanges). Der Synthesizer fügt alle Komponenten zusammen. Das Gerät ermöglicht es dem Musiker aber auch, die Komponenten unabhängig voneinander zu verändern und so einen x-beliebigen Sound zu erzeugen.

Die Sounds sind beim Synthesizer als elektrische Signale mit charakteristischen Schwingungen definiert. Analoge Synthesizer erzeugen ein sinusförmiges, drei- oder rechteckiges Grundsignal. Die wichtigsten Bauteile, über die Tonhöhe, Klangfarbe und Lautstärke des Klanges gesteuert werden, sind:

- Spannungsoszillator – ein Tastendruck erzeugt die Grundsignale.
- Spannungsfilter – er unterdrückt beliebige Frequenzen der Grundsignale, eine Klangfarbe entsteht.
- spannungsabhängiger Verstärker – er steuert die Lautstärke.





Casio Electronics Co Ltd.

◀ ***Synthi-Pop*** *ist ein Ergebnis der technischen Entwicklung. Erasure (Vince Clark und Andy Bell) oder die Pet Shop Boys (Chris Low und Neal Tennant, unten) sind typische Vertreter dieser Musik: Zwei-Mann-Orchester. Ein Musiker bedient den Synthesizer, der andere ist Vocalist.*

P. Frischmuth/Redferns

Beim Betätigen einer Taste steigt die Lautstärke zunächst bis zum Maximum an, in der zweiten Phase geht sie leicht zurück. In der dritten Phase bleibt die Lautstärke des jeweiligen Klanges so lange konstant, wie die Taste gedrückt ist. Nach dem Loslassen der Taste wird der Klang in Phase vier unhörbar.

Diese Lautstärkeänderungen werden über einen Generator innerhalb des Verstärkers gesteuert. Wenn man ihn regelt, ändert man die Hüllkurve des synthetisierten Klanges.

Neuere Synthesizer arbeiten digital. Diese elektronischen Wunderwerke verarbeiten und speichern die den Sounds zugrunde liegenden Informationen wie ein Computer – letztlich nur in Form von zwei Informationen, Null und Eins.

SYNTHI-LEXIKON

Synthesizer: Elektronisches Musikinstrument, das Töne und Geräusche aller Art erzeugen und speichern kann

Analoger Synthesizer: Die Töne werden durch Spannungsänderungen manipuliert

Digitaler Synthesizer: Jeder Ton wird in seine Einzelfrequenzen zerlegt und digital abgespeichert

MIDI (Musical Instrument Digital Interface): Standardschnittstelle zur Übertragung von Daten zwischen elektronischen Musikinstrumenten und Sequencern

Sampler: Digitales Aufnahmegerät für Klänge und Geräusche

Sequencer: Digitales Aufnahmegerät für Daten, die auf elektrischem Weg übertragen werden, im allgemeinen Melodien und Rhythmen, die auf dem Synthi erzeugt werden.

Digitale Töne

Bei der Bezeichnung „Digitale Synthesizer" handelt es sich um einen Sammelbegriff. Die Verarbeitung und Speicherung von Klängen erfolgt zwar immer digital, für die Erzeugung der Wellen gibt es jedoch mehrere Verfahren. Eines nutzt sogar höhere Mathematik – für alle, die es genauer wissen wollen: Es ist die „Schnelle Fourier Transformation".

Bei dieser Methode werden alle Sounds in ihre einzelnen Teilfrequenzen zerlegt. Dadurch ist es möglich, einen Sound oder auch ein Geräusch genau zu definieren. Der Musiker ist damit in der Lage, den Klang präzise und kontrolliert zu manipulieren, um die gewünschten Klangeffekte zu erzeugen.

Ein anderes gängiges Verfahren ist die Frequenzmodulation. Hierbei werden Klänge durch die Überlagerung von bis zu sechs Grundtonwellen mit unterschiedlicher Frequenz erzeugt. Schon bei der Überlagerung zweier unterschiedlicher Frequenzen entsteht ein komplexes Signal, durch Hinzugeben von weiteren Frequenzen ist es möglich, jeden gewünschten Klang zu erzeugen. Jedes der bis zu sechs Ausgangssignale wird ge-

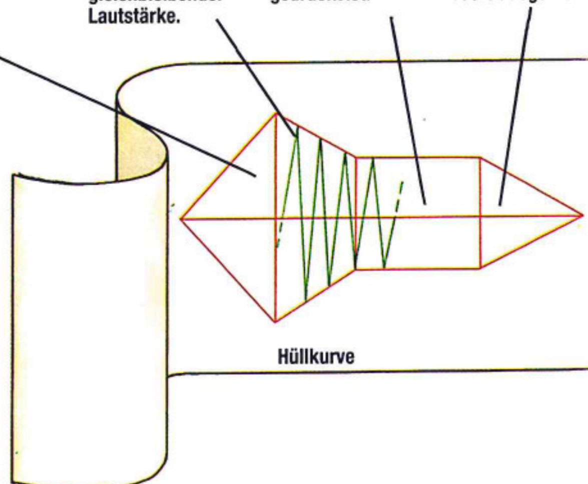
▼ ***Die Hüllkurve*** *bestimmt, wie sich die Lautstärke eines Tones verändert, während er erklingt. Man unterscheidet vier Phasen.*

Phase 1: **Die Lautstärke steigt auf Tastendruck bis zum Maximum an.**

Phase 2: **Leichte Absenkung der Lautstärke auf Dauerton von gleichbleibender Lautstärke.**

Phase 3: **Die Dauerlautstärke wird gehalten, solange die Taste gedrückt ist.**

Phase 4: **In der Abklingphase wird der Ton nach dem Loslassen der Taste ausgeblendet.**



Beim Synthi sind die Dauern der Phasen 1 bis 4 (hier heißen sie: attack, decay, sustain und release) völlig frei eingestellbar. Eine kurze Phase 1 ist typisch für Schlaginstrumente, eine beliebig lange Phase 3 für alle Streichinstrumente.

Coroline Brodie

SOUND UND VISION

In naher Zukunft wird die CD nicht mehr nur als Tonträger dienen – eine Reihe anderer Anwendungsmöglichkeiten bietet sich für dieses digitale Speichermedium an:

- **Bildplatte:** Filme lassen sich statt auf Videocassette auch auf CD speichern. Die zur Wiedergabe nötigen Bildplattenspieler sind heute schon erhältlich.
- **Buch auf CD:** Auf einer CD ist genug Platz für eine 30bändige Enzyklopädie, der Text und die zugehörigen Abbildungen erscheinen auf dem Fernsehschirm.
- **CD-Rom:** Die CD als Massenspeicher macht alles möglich: Bis zu 72 Minuten Musik in CD-Qualität, eineinhalb Stunden in LP-Qualität oder 20 Stunden Sprache kann sie enthalten – oder auch Computerprogramme. Die verschiedenen Anteile lassen sich beliebig mischen.
- **Löschbare CD:** Die CD als mehrfach bespielbarer Massenspeicher erlaubt es, die CD wie ein Tonband zu benutzen – für eigene Videofilme oder Synthi-Sounds.

▼ ***Sampler und Sequencer*** *sind auch als eigenständige Geräte und Computerprogramme erhältlich. Über die MIDI-Schnittstelle lassen sie sich verbinden und mit Hilfe eines MIDI-Keyboards oder über die Computertastatur bedienen.*





Roland (UK) Ltd.

Yamaha

Roland (UK) Ltd.



sondert produziert, Klangfarbe und Lautstärke lassen sich exakt steuern.

Synthesizer haben, je nach Bauart, besondere Klangmöglichkeiten. Generell wirkt der Sound der älteren, analogen Synthesizer weicher und voller. Die meisten digitalen Synthesizer klingen dagegen härter und etwas dünner.

Beide Bauprinzipien haben ihre Vorzüge; daher hat man versucht, alle Vorteile in einer einzigen Maschine zu vereinigen – der microprozessorgesteuerte Analogsynthesizer entstand. Dieser „Sampler" ist ein eigenständiges Gerät oder Teil eines digitalen Synthesizers, ein digitales Aufnahmegerät, mit dem man zunächst einmal natürliche Sounds aufzeichnet.

Die Sound-Bibliothek

Um einen Sound aufzuzeichnen, nimmt man ein Instrument mit einem Mikrophon auf oder holt sich den Klang von der Schallplatte. Der Sound dieser Aufnahme kann nun in eine neue Komposition eingearbeitet werden.

Mit Hilfe eines Samplers ist es also ohne weiteres möglich, aus beliebigen Aufnahmen von unterschiedlichen Instrumenten eigene Musikstücke zusammenzubasteln. Nichts anderes geschieht heutzutage bei der Produktion vieler Hits. Den Sound von Gitarre oder Saxophon kennt man schon, nur die Melodie ist eine andere.

Bei vielen Hits hört man neben Schlagzeug und Bass im Hintergrund Violinen oder auch einen Bläsersatz – häufig wurden die Instrumente jedoch nur gesampelt. Bläser oder Streicher haben diese Hintergrundmelodien nie gespielt! Man

COMPUTER SPIELT PIANO



Donna Convene/Mit Media Lab Fotos:

Heutzutage ist es sogar in Live-Konzerten möglich, ein mit MIDI ausgestattetes Instrument von einem Computer spielen zu lassen. Bei einem Auftritt der Violinistin Lucy Stolzman etwa übernahm der Computer die musikalische Begleitung am Klavier.

Wie funktioniert das? Ein Pianist spielt irgendwann vor dem Konzert den Klavier-Part des Stückes ein, davon wird eine digitale Aufzeichnung angefertigt. Diese befindet sich nun im Speicher des Computers.

Auf der Bühne neben Lucy Stolzman steht ein Piano – mit dem Computer über eine MIDI-Schnittstelle verbunden.

Woher weiß der Computer aber nun, wann sein Einsatz kommt? Der Computer „hört" zu. Der Rechner empfängt den Vortrag Lucy Stolzmans über Mikrophon und eine Art Sampler und wertet, während die Violinistin spielt, jede einzelne Note aus und vergleicht sie mit den gespeicherten Noten des Stückes. So verpaßt er keinen Einsatz.



hat sich lediglich des von ihnen produzierten Sounds bedient – vermutlich ohne sie zu fragen.

Sampling hat die Einsatzmöglichkeiten von Synthesizern wesentlich vergrößert. Wurden die Geräte früher nur genutzt, um elektronische Musik oder Geräusche zu erzeugen, so produzieren sie heutzutage auch als natürlich empfundene Klänge.

Synthesizer und andere elektronische Musikinstrumente bieten dem Musiker eine unendliche Vielfalt von Möglichkeiten. Effektiv nutzen lassen sie sich jedoch nur, wenn alle Komponenten miteinander verbunden werden.

Die Synthesizerhersteller haben sich daher auf einen Standardanschluß, die MIDI-Schnittstelle, geeinigt. Damit ist es möglich, Geräte von unterschiedlichen Herstellern, zum Beispiel Drum-Maschine und Synthesizer, über ein einfaches Kabel miteinander zu verbinden.

MIDI verfügt über 16 Kommunikationskanäle oder Datenleitungen. Damit die über das Kabel übertragenen Steuerbefehle richtig ankommen und vom elektronischen Medium verstanden werden, stellt man jedes Instrument auf einen bestimmten Kanal ein.

Jeder Kanal kann Töne zu anderen Instrumenten übertragen. Von einem einzelnen Keyboard aus ist es so möglich, ein komplettes Orchester von elektronischen Instrumenten zu steuern!

Der Sequencer ist ein weiteres Element der digitalen Musikproduktion. Auch bei diesem Gerät handelt es sich um ein Aufnahmegerät, das einem Tonband ähnelt. Im Gegensatz zum Sampler wird jedoch kein akustisches, analoges, sondern ein digitales Signal als Information aufgezeichnet. Die Tasten eines Synthesizers funktionieren letztlich wie Schalter: an oder aus. Die auf Tastendruck erzeugte Information umfaßt Tonhöhe und Klangfarbe, Härte und Dauer des Tastendrucks. Diese Daten werden im Speicher des Sequencers abgelegt.

Um die Hintergrundmusik, ein sogenanntes Halbplayback, für einen Song zu produzieren, kann man Sequenzen für alle erforderlichen Instrumente mit dem Synthi erzeugen und auf dem Sequencer abspeichern. Bei den neuesten Sequencern stehen bis zu 200 Spuren für Aufnahme und Speicherung von Melodielinien zur Verfügung. Über MIDI ist es möglich, die verschiedenen Bestandteile der Musik zusammen abzuspielen. Scheinbar spielt eine ganze Band oder gar ein Orchester.

Casio Elektronics Co Ltd.

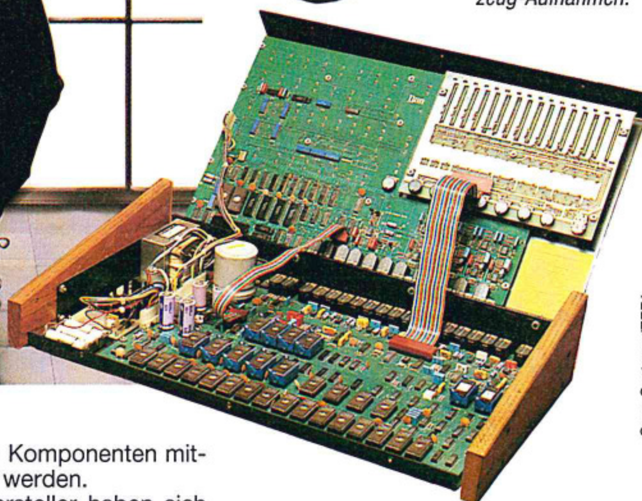
◀ ***Mit einem Gitarrensynthesizer*** *kann man elektrische und akustische Gitarre, aber auch Klavier und Trompete spielen. Über die MIDI-Schnittstelle lassen sich weitere Synthesizer ansteuern.*



Casio Elektronics Co Ltd.

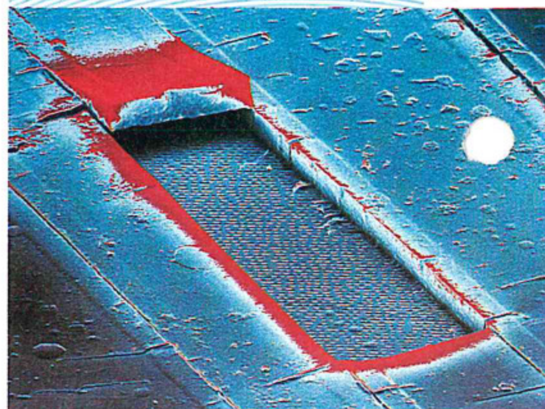
◀ ***Saxophon*** *Trompete, Oboe, Klarinette, Flöte – ganz unterschiedliche Klangwelten stellt dieses digitale „Horn" zur Verfügung.*

▼ ***Eine Drum-Maschine*** *verwendet gesampelte Schlagzeug-Aufnahmen.*



Syco Systems/ZEFA

INNENANSICHT EINER CD



Dr. Jeremy Burgesa/SPL

Die schützende, äußere Kunststoffschicht einer Compact-Disk wurde teilweise entfernt, um die codierte Musik in unserer Abbildung oben sichtbar zu machen. Auch das Innere einer CD besteht aus Kunststoff, in die Oberfläche der Scheibe sind auf einer Seite kleine Vertiefungen eingepreßt. Jede dieser Vertiefungen steht für ein digitales Signal und wird von einem Laser abgetastet. Damit der Laserstrahl reflektiert wird, bedampft man die CD mit einem extrem dünnen Metallfilm, der jeder Vertiefung exakt folgt. Aufgrund der Reflexion des Strahls erkennt die Elektronik des CD-Players die einzelnen digitalen Signale und regelt die Auslenkung der Lautsprechermembran.

Synthesizer haben nicht unbedingt ein Keyboard. Es gibt auch Synthesizer, die der Musiker wie eine Gitarre umhängt. So ist seine Bewegungsfreiheit auf der Bühne kaum eingeschränkt. Es wurden sogar Synthesizer entwickelt, die über die Atemluft des Musikers betrieben werden; sie haben eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Saxophon. Je stärker man hineinbläst, desto lauter werden die in diesen Geräten erzeugten digitalen Signale von der Synthesizereinheit übertragen. Den Sound durch den Atem verändern, kann man jedoch nicht.

Kaum zu glauben

JAHRHUNDERTAUFTRITT

WÜRDE MAN ALLE SOUNDS, DIE MAN MIT EINEM SYNTHESIZER ERZEUGEN KANN, NACHEINANDER SPIELEN, WÜRDE DAS „KONZERT" MEHR ALS HUNDERT JAHRE DAUERN!



Paul Raymonde



***Mit Biogasanlagen** läßt sich aus organischen Substanzen der Energieträger Methangas erzeugen: ein guter Weg, den Abfall von modernen Bauernhöfen zu verwerten.*

Pascal/Nieto/Jerrican

FRÜCHTE DER ZUKUNFT

ANBAU UND ZÜCHTUNG von Pflanzen werden ohne den massiven Einsatz von Forschung und Technik bald nicht mehr denkbar sein. Die weltweit immer härteren Wettbewerbsbedingungen haben dazu geführt, daß selbst in der Landwirtschaft der Computer Einzug gehalten hat.

Wer sich einmal auf einer Messe für landwirtschaftliche Geräte umsieht, wird Augen machen. Nicht nur die großen Erntemaschinen und Traktoren strotzen vor Hightech. In allem, was den Anbau und die Verarbeitung von Pflanzen angeht, ist die Elektronik auf dem Vormarsch. Automatische Sensoren und Chips messen die Temperatur und Feuchtigkeit des Bodens und der Luft. Integrierte Schaltkreise speichern die Wetterdaten mehrerer Erntejahre. Und mehrere Kilobyte lange Programme werten sämtliche Daten aus und weisen, auf sie gestützt, gezielt auf die optimalen Pflanz-, Bewässerungs- und Erntezeiten hin.

Je größer ein landwirtschaftlicher Betrieb, desto sinnvoller ist es, den Rechenkünstler Computer ackern zu lassen. Über zig Quadratkilometer große Plantagen ist ohne modernste Technik schlecht Übersicht zu behalten. Und beengte Verhältnisse für die Landwirtschaft sind eigentlich nur für Mitteleuropa typisch.

Die Zukunft der Landwirtschaft liegt nicht zwischen Nordsee und Alpen. Schon jetzt sind zum Beispiel nicht etwa Erbsen, Bohnen oder Linsen die weltweit am meisten angebauten Hülsenfrüchte, sondern die vor allem in Ostasien kultivierte Sojabohne.

Tausendsassa

Durch Extraktion der Samen wird Sojaöl gewonnen. Es zeichnet sich dadurch aus, daß es nur zu einem sehr geringen Anteil Cholesterine enthält, Fette, die bei übermäßigem Genuß beim Menschen zum Herzinfarkt führen können. Die Bohnen lassen sich auch zu nahrhaftem Mehl verarbeiten, und die anfallenden faserigen Bestandteile eignen sich zur Herstellung von „Sojafleisch“. Weil die Sojabohnen zu 40% aus wertvollem Eiweiß bestehen, das zu 97% verdaulich ist und alle essentiellen Aminosäuren enthält, könnte der Sojabohne eine Schlüsselstellung bei der Lösung des Problems Welthunger zukommen. Würden die Menschen Sojafleisch und nicht tierischem Eiweiß den Vorzug geben,

Kaum zu glauben

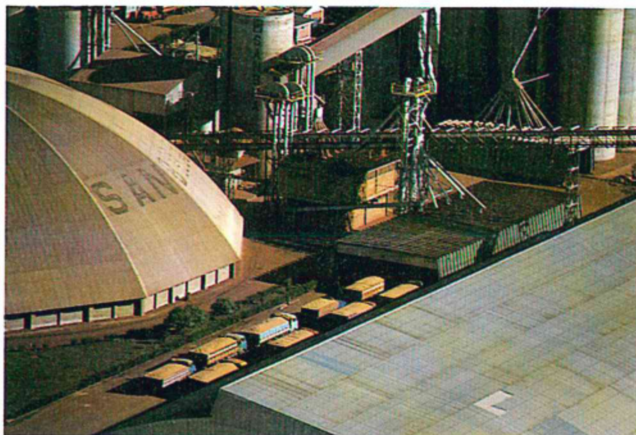
SCHÖNER SCHEIN

EIN AMERIKANISCHER WISSENSCHAFTLER SPRITZTE SCHWEINEN WACHSTUMSHORMONE. DER ERFOLG: IHR FLEISCH ENTHIELT 80% WENIGER FETT. DIESES SOGENANNTE PSE-FLEISCH IST HEUTE IN FAST JEDEM SUPERMARKT ERHÄLTLICH: ES IST WEICH, WABBELIG, WÄSSRIG UND SCHMECKT NACH NICHTS.



Paul Raymonde




Nicholas Devore III/Bruce Coleman Ltd.

◀ ***Sojabohnen*** *werden schon heute in großen Mengen angebaut. Vor dieser riesigen Sojamehl-Fabrik in Brasilien stehen Lkw voll Bohnen Schlange.*

▶ ***Samenkörner*** *können heutzutage in lange, biologisch abbaubare Faserstreifen eingebracht werden, die in der obersten Erdschicht verlegt werden.*


Little Publications Cotton Farming Magazine

▲ ***Baumwolle aus dem Reagenzglas*** *ist durch die moderne Biotechnologie möglich geworden. Aus jeder Zelle entsteht ein Baumwollfaden; der Wachstumsprozeß erfolgt doppelt so schnell wie unter natürlichen Bedingungen.*

wären viel mehr Menschen von jedem Hektar Land zu ernähren.

Und damit sind die Verwendungsmöglichkeiten dieser Superbohne noch nicht einmal erschöpft. Soja kann auch als Futtermittel und als industrielles Grundprodukt dienen, aus dem sich Kunststoffe, synthetisches Gummi, Seifen, Farben und Tinten herstellen lassen.

Neuzüchtungen

Wenn sich die Forschung mit der Neuzüchtung und Veredelung solcher Tausendsassa-Pflanzen wie der Sojabohne befaßt, kommt ihr wiederum der Computer gerade recht. Hier ist über eine Vielzahl von Versuchen Buch zu führen, bis man wirklich alle Eigenschaften der Pflanze optimiert hat.

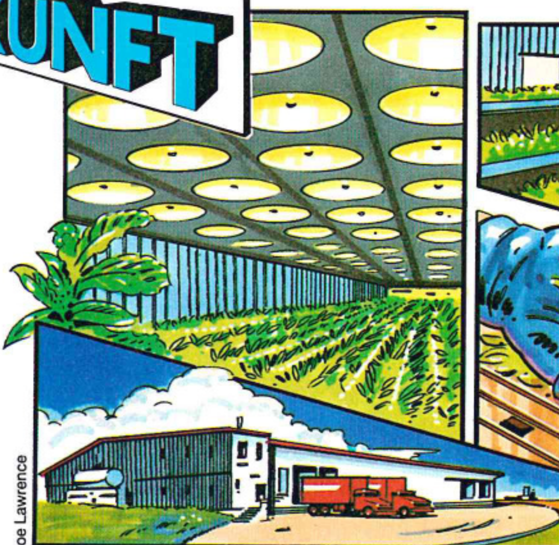
Auch zur besseren Versorgung der Weltbevölkerung mit Kleidung könnte landwirtschaftliche Forschung beitragen. Biotechnikern ist es gelungen, die nutzbaren Zellstrukturen von Pflanzen zu isolieren und in Nährlösungen zu züchten. So kann man zum Beispiel Baumwolle im Reagenzglas wachsen lassen, ohne daß man die unbrauchbaren Teile der Pflanze, Blätter, Stamm und Wurzeln, produzieren müßte. In der Zellkultur dauert der gesamte Wachstumsprozeß daher nur halb so lange wie unter natürlichen Bedingungen.

Selbst zum Schutz der Tierarten kann Forschung in der Landwirtschaft beitragen. Früher verarbeitete die Kosmetikindustrie große Mengen Walrat, eine wachsartige Masse aus den Stirnhöhlen des Pottwals, zu Cremes und Shampoos. Auf der Suche nach Ersatzstoffen stießen Biochemiker auf das Öl der Jojoba-Pflanze, ein strauchartiges Gewächs aus der Sonora-Wüste in Mexiko. Heute wird Jojoba im Südwesten der USA auf einer Fläche von 200 km² angebaut. Große Kosmetikkonzerne kaufen das Öl, und den bedrohten Walen braucht zumindest wegen des Walrats nicht mehr nachgestellt zu werden.

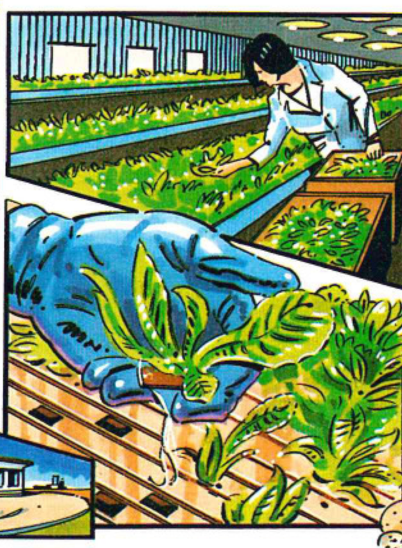

Ivaldi/Jerrican

BLICK IN DIE ZUKUNFT

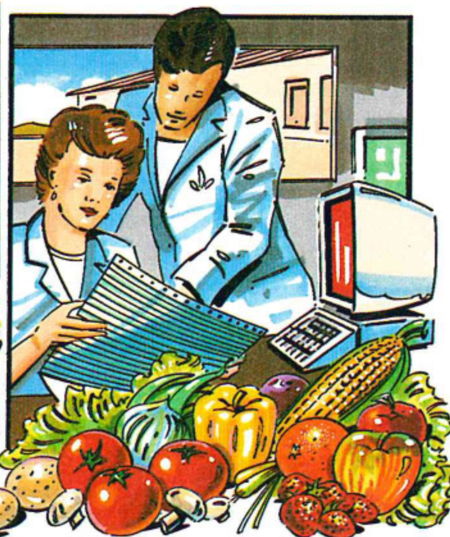
AUTOMATISIERTE LANDWIRTSCHAFT


Joe Lawrence

▲ *Industrielle Landwirtschaft wird heute schon in den Niederlanden betrieben. Die Pflanzen wachsen in Treibhäusern und großen Hallen bei künstlichem Licht.*



▲ *Unter solchen Anbaubedingungen kommt dem Computer eine besonders wichtige Rolle zu. Er kann von der Saat bis zur Ernte und Verpackung alle Arbeiten steuern.*



▲ *Dank Computer läuft alles wie am Schnürchen. Doch es ist die Frage, ob das Gemüse der Zukunft so schmackhaft sein wird wie heutiges Freilandgemüse.*

AUF HILFE PROGRAMMIERT

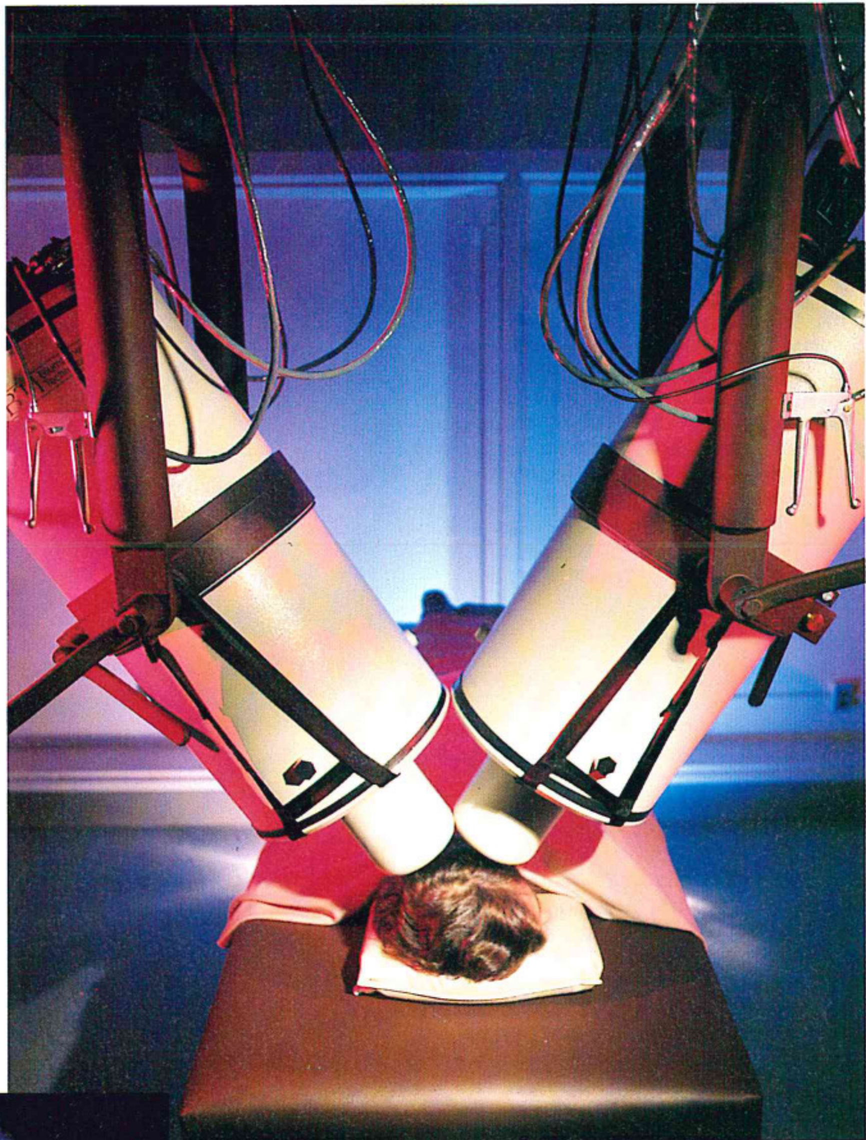
- COMPUTERMEDIZIN
- CHIRURGIEROBOTER
- BILDER AUS DEM KÖRPER

DIE COMPUTER KOMMEN: auch in der Medizin spielen sie eine große Rolle. Ob es jedoch irgendwann den „elektronischen Arzt" geben wird, der eigenständig Untersuchungen durchführt, den Patienten nach seinem Befinden fragt und über die weitere Behandlung entscheidet, ist mehr als fraglich.

Der Computer wird den Hausarzt, wie wir ihn kennen, nie ganz ersetzen können. Wenn wir zum Arzt gehen, um ihm unsere Beschwerden darzulegen, ist es wichtig, daß uns ein Mensch gegenübersitzt. Ein Arzt muß sich vorstellen können, was ein „stechender Schmerz" hier oder „Pieken" dort bedeutet. Oft muß er sich in seinen Patienten hineinfühlen, um die richtige Diagnose zu stellen. Eine Maschine kann das nicht. Sie kennt keine Gefühle.

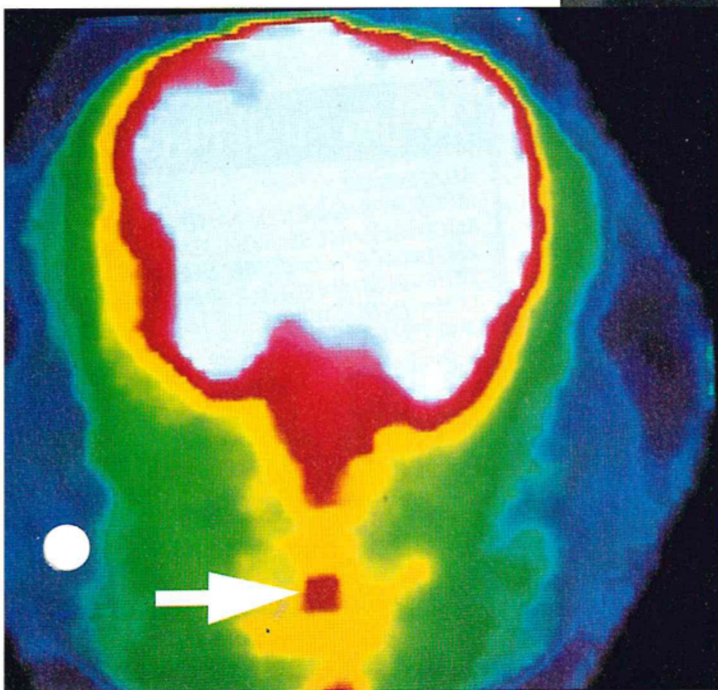
Forscher haben festgestellt, daß etwas Mitgefühl und ein offenes Ohr des behandelnden Arztes sehr zur Heilung beitragen, denn viele Krankheiten haben psychische Ursachen. Streß kann die Abwehrkräfte des Körpers schwächen – andersherum bildet das Vertrauen auf eine Behandlung schon den Grundstein zur Genesung. Bei einem Arzt, der nur sachlich einen Fragebogen über unsere Krankheitssymptome abhakt und dann ein Medikament verordnet – mehr könnte ein Computer nämlich nicht –, fühlt man sich wie eine Nummer, und Vertrauen entsteht nicht. Erschwerend kommt hinzu, daß dem Computer die Menschenkenntnis fehlt, um herauszufinden, wo den Patienten der Schuh wirklich drückt.

Auch wenn der Computer nicht zum Doktor wird, wegzudenken ist er aus der Medizin nicht mehr, und seine Bedeutung wird in Zukunft noch zunehmen. Computer entlasten den Arzt bei der Diagnose und unterstützen ihn bei komplizierten chirurgischen Eingriffen.



Hank Morgan/Rainbow

▲ ***Elektronisch gesteuerte*** *Geräte für die Hirnuntersuchung sind so empfindlich, daß die Magnetfelder, die durch die Gehirnströme entstehen, außerhalb des Schädels aufgezeichnet werden können.*



Gamma/Frank Spooner Pictures

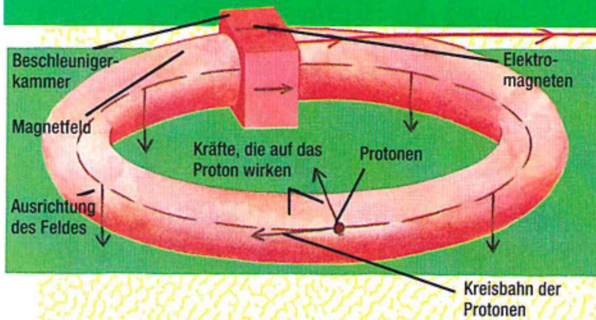
◀ ***Ein kleiner Tumor*** *im Eierstock einer Frau, aufgenommen mit einer für Gammastrahlen empfindlichen Kamera: Eine injizierte schwach radioaktive Substanz lagert Partikel im Bereich des Tumors ab, die auf dem Computermonitor sichtbar werden (Pfeil).*

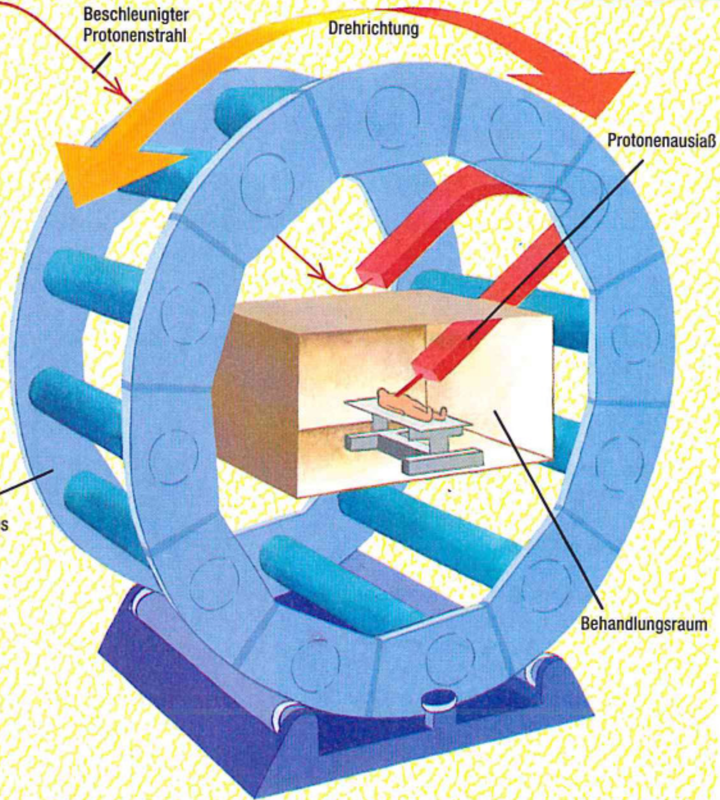
Computer in der Diagnose

Mit hochkomplizierten medizinischen Verfahren ist es bereits heutzutage möglich, Schichtaufnahmen vom Körperinneren anzufertigen. Eine dieser Methoden ist die Kernspintomographie. Sie ermöglicht die Diagnose von Krankheiten, die in der Vergangenheit häufig nicht oder erst in einem späten Stadium erkannt werden konnten. Eine Auswertung ohne



PROTONENBESTRAHLUNG GEGEN TUMORE





Protonenbeschleuniger werden bei der Bekämpfung von Krebs eingesetzt. Der Patient liegt in einem Behandlungsraum, der von einer riesigen Konstruktion umgeben ist. In ihr wird ein Protonenstrom von starken Magnetfeldern beschleunigt und auf einer Kreisbahn gehalten. Haben die Protonen ihre Höchstgeschwindigkeit erreicht, wird der Protonenstrom, ebenfalls mit Hilfe starker Magnetfelder, umgelenkt und zum Behandlungstisch geleitet. Der Strahl kann millimetergenau ausgerichtet werden, so daß nur der Tumor der konzentrierten Protonenbestrahlung ausgesetzt ist. Das gesunde Gewebe bleibt weitgehend unversehrt. Ohne Computersteuerung wäre die Steuerung des ganzen Vorgangs – von der Beschleunigung bis zur millimetergenauen Ausrichtung der Protonen – unmöglich.

Caroline Brodie

elektronische Hilfe würde einfach zu lange dauern.

Ein anderer sehr nützlicher Computer in der Klinik von morgen steuert einen Abtastroboter. Er ist in der Lage, Geschwüre exakt zu lokalisieren und dem Chirurgen anzuzeigen. Mikrochirurgen, die das Geschwür entfernen, müssen auf den Millimeter genau arbeiten, um die Beschädigungen des gesunden Gewebes so gering wie möglich zu halten. Die unbestechliche Präzision der Elektronik hilft ihnen dabei.

Wahre Meisterleistungen vollbringen die Elektronengehirne bei der Darstellung von Meßdaten. Sie lassen sich zur Veranschaulichung vergleichender Daten einsetzen und schaffen es darüber hinaus, untersuchte Körperteile auf einem Monitor bildlich darzustellen. Zum Beispiel erhält der Chirurg bei einem Bandscheibenvorfall, einer sehr schmerzhaften Veränderung in der Wirbelsäule, genaue Angaben über die Lage und das Ausmaß der Bandscheibenschädigung: Ein Falschfarben-Computerbild gibt ihm schon vor dem Eingriff einen guten Überblick. Und bei Untersuchungen des Gehirns, die mit Hilfe von Messungen der Gehirnströme erfolgen, ermöglicht der elektronische Speicher sogar räumliche Darstellungen auf dem Bildschirm. Mit Hilfe dieser Computerdarstellungen lassen sich neue medizinische Erkenntnisse gewinnen, Funktionsstörungen des Gehirns genauer lokalisieren oder die Größe und Lage eines Tumors exakt erkennen.

Nicht nur in den Krankenhäusern und Arztpraxen sind die chipgesteuerten Elektronengehirne auf dem Vormarsch, auch bei den Patienten kommen immer mehr Computer zum Einsatz. Beispielsweise lassen sich bewegliche Armprothesen durch kleine Mikroprozessoren steuern. Und handliche Geräte für den täglichen Gebrauch, die das Blut untersuchen, können Zuckerkranken bei der Dosierung von Insulin helfen.



James Prince/SPL

◀ ***Kein Bastelraum*** *eines Technikfreaks ist hier zu sehen, sondern der hochtechnisierte Behandlungsraum eines Krankenhauses.*



▼ ***Computerprogramme*** *unterstützen schon heute Ärzte bei der Erstellung von schwierigen Diagnosen.*

CISU, University of Leeds/ICL (UK) Ltd.

Kaum zu glauben

ALLES BANANE

DA GRÜNE BANANEN EIN MITTEL GEGEN MAGENGESCHWÜRE ENTHALTEN, VERSORGTE EIN COMPUTER, DER DIE SPEISEN ZUSAMMENSTELLT, EINEN PATIENTEN NUR MIT DER UNREIFEN FRUCHT.



Paul Raymonde



KÜNSTLICHE BEFRUCHTUNG

- IN-VITRO-BEFRUCHTUNG
- EMBRYOPLANTATION
- ZELLKERNMANIPULATION

DIE VEREINIGUNG VON EIZELLE und Spermium ist bei den Menschen und vielen Tieren die Voraussetzung für das Entstehen eines neuen Lebewesens. Aus unterschiedlichen Gründen wird der Natur heutzutage mit modernsten Verfahren bei der Zeugung unter die Arme gegriffen.

Wünscht sich ein Paar Nachwuchs, ist nicht immer gesagt, daß es auch zu einer Schwangerschaft kommt. Bei manchen Paaren mit Kinderwunsch stellt sich im Laufe der Zeit heraus, daß einer der beiden Partner zumindest zeitweise unfruchtbar ist. Eine genauere medizinische Untersuchung zeigt die Ursachen auf, die nicht immer körperlicher Natur sein müssen, sondern auch durch Streß bedingt sein können. Deshalb klärt ein Arzt in einem Gespräch zuerst ab, ob seelische Belastungen die Ursache des Problems sind.

Hat die Unfruchtbarkeit keine psychischen Ursachen, gilt es herauszufinden, bei welchem der beiden Partner die Schwierigkeiten liegen. Beim Mann kommen hauptsächlich zwei Gründe in Betracht. Entweder mangelt es den Samen an Zeugungskraft, oder sie sind nicht beweglich genug. Die kleinen Zellen müssen sich aus eigener Kraft in die Gebärmutter bis zum

Martin Dohrn/SPL

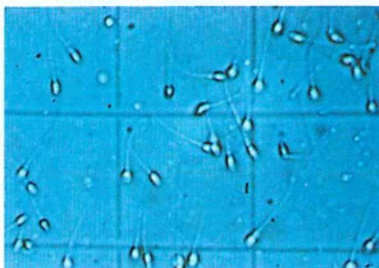
Hank Morgen/SPL

◄ ***Bei der In-Vitro-Befruchtung*** *wird einer Lösung, in der einige Eizellen schwimmen, mit einer Pipette Samenflüssigkeit zugesetzt.*

▲ ***Künstlich befruchtete Zellen*** *werden unter dem Mikroskop untersucht, um sicherzustellen, daß nur unbeschädigte implantiert werden.*



AUSZÄHLUNG


Vioujard/Frank Spooner Pictures

Stellt sich heraus, daß ein Paar trotz sehnlichstem Wunsch kein Kind bekommt, wird zuerst der Samen des Mannes untersucht. Normalerweise enthält er bei gesunden Männern etwa 40 – 120 Millionen Samenzellen pro Milliliter. Liegt die Zahl darunter, ist eine Befruchtung auf natürlichem Wege sehr unwahrscheinlich. Das trifft auch dann zu, wenn weniger als die Hälfte der Spermazellen aktiv sind. Spermazellen gelten als aktiv und somit befruchtungsfähig, wenn sie mit Hilfe ihrer geißelartigen Schwänze eine Entfernung von mindestens 3 mm in einer Minute zurücklegen.

unbefruchteten Ei der Frau bewegen. Sind die Spermien nicht aktiv genug, können sie sich also nicht mit dem geißelförmigen Schwanz fortbewegen, ist eine Verschmelzung von Ei und Samenzelle ausgeschlossen.

In diesem Fall bleibt die künstliche Befruchtung der Frau, um den Kinderwunsch des Paares zu erfüllen. Ist das Sperma des Mannes nicht vollkommen unfruchtbar, wird es mit Hilfe einer Spritze in die Nähe der Eizelle gebracht. Ist der Samen jedoch überhaupt nicht zur Zeugung fähig, bleibt nur die Möglichkeit, den Samen eines fremden Spenders zu nehmen.

Diese Befruchtung birgt viele menschliche und juristische Probleme in sich. Sie wird nur angewandt, wenn die Unfruchtbarkeit des Mannes eindeutig nachgewiesen wurde und das Paar den Wunsch nach einem Kind nicht durch eine Adoption befriedigen möchte.

Wie der Vater

Damit beispielsweise kleine, dunkelhaarige Eltern nicht von einem Kind überrascht werden, das sich zu einem blonden Riesen entwickelt, wird darauf geachtet, daß der Spender äußerlich dem Typ des späteren Vaters entspricht. Die Samenbank, die den Samen von Spendern sammelt und lagert, führt genau Buch über die Merkmale der Spender. Zuerst wird jedoch überprüft, ob der Spendersamen für eine künstliche Befruchtung geeignet ist. Gibt es etwa in der Familie Erbkrankheiten, kommt eine Spende nicht in Betracht. Außerdem wird in Laboruntersuchungen ausgeschlossen, daß der Spender ebenfalls unfruchtbar ist oder die Samenflüssigkeit von Krankheitserregern befallen ist.

Bis zur Verwendung wird die Samenflüssigkeit mit einem Kühlmittel vermischt und schockartig eingefroren. Das Schockgefrieren bewirkt, daß die in den Zellen entstehenden Eiskristalle so klein sind, daß sie die Zellmembranen nicht schädigen. Sehr langsam wird dann die Mischung für die Lagerung in einem mit flüssigem Stickstoff gefüllten Stahlbehälter auf minus 196° C gekühlt.

Kommt es zu einer künstlichen Befruchtung mit Spendersamen ist Diskretion garantiert. Die Namen der Spender sind nur der Samenbank bekannt. Außerdem ist der behandelnde Arzt an die ärztliche Schweigepflicht gebunden.

Unfruchtbarkeit kann auch bei der Frau vorliegen. Normalerweise reift jeden Monat eine Eizelle in den Eierstöcken heran. Nach dem Eisprung, den fruchtbarsten Tagen des Monatszyklus, verläßt das Ei die Eierstöcke und wandert in den Eileitern zur Gebärmutter. Bleibt es unbefruchtet, stößt es der Körper mit überflüssig gewordener Schleimhaut, mit der sich die Gebärmutter auf eine eventuelle Schwangerschaft eingestellt hat, und Blut ab. Dieser Prozeß wiederholt sich alle 28 Tage.

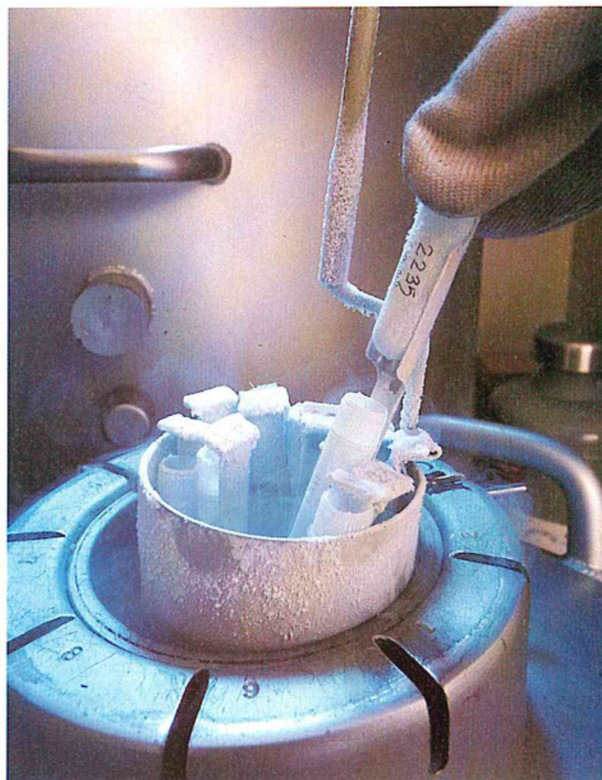
Treten größere Unregelmäßigkeiten oder Störungen dieses Vorgangs auf, ist eine Unfruchtbarkeit wahrscheinlich. In einigen Fällen sind die Eileiter verschlossen; möglich ist aber auch, daß die Eierstöcke keine entwicklungsfähigen Eizellen hervorbringen können. Eine Untersuchung der Eierstöcke und der Eileiter erlaubt eine genaue Diagnose der Unfruchtbarkeit.

In der Schale

Läßt sich die Produktion der Eierstöcke nicht durch Hormone anregen, oder sind die Eileiter verschlossen und operativ nicht wieder herzustellen, bleibt eine letzte Chance, um den sehnlichen Kinderwunsch zu erfüllen: die In-Vitro (latei-


Rex Features

◀ ***Das erste Retortenbaby*** *der Welt ist Louise Brown. Am 25. Juli 1978 konnten die glücklichen Eltern das gesunde Mädchen in den Armen halten. Sie hatten die Hoffnung auf ein eigenes Baby schon fast aufgegeben. Ohne die In-Vitro-Befruchtung wäre das kleine Wunder nicht möglich gewesen. Dieses Verfahren hat mittlerweile auch anderen kinderlosen Paaren zum sehnlich gewünschten Nachwuchs verholfen.*



Douglas Kirkland/Contact/Colorific!

▶ ***Von flüssigem Stickstoff*** *gekühlt läßt sich Sperma über lange Zeit lagern. Zuerst werden die Behälter kurz schockgefroren. Die dabei entstehenden Eiskristalle sind so klein, daß sie den Geschlechtszellen nicht schaden. Danach wird die Temperatur langsam auf minus 196° C abgesenkt. Die einzelnen Behälter sind beschriftet, damit eine Verwechslung ausgeschlossen ist.*




Avoncraft Cattle Breeders Ltd

◀ **Zuchtbullen** *werden im Rahmen regelmäßiger Gesundheitsuntersuchungen gewogen, um Anhaltspunkte über die Futterverwertung zu erhalten. Man notiert sehr genau, wieviel Nahrung das Tier zu sich genommen hat, damit der Züchter Rückschlüsse ziehen kann, wie gut der Bulle seine tägliche Nahrung in Fleisch umsetzt.*

nisch: in der Schale) -Befruchtung. Dafür werden den Eierstöcken mehrere reife Eizellen entnommen und in einem flachen Glasschälchen mit einigen aktiven Spermazellen zusammengebracht. Nach kurzer Zeit durchbricht eine Spermazelle die Außenwand der Eizelle und befruchtet sie. Diese Eizelle wird dann in die Gebärmutter gesetzt.

Bei diesem Verfahren kommt es in ungefähr 70 % der Fälle zur erfolgreichen Einnistung der Eizelle. Weil die Befruchtung im Schälchen oder Reagenzglas erfolgt, bezeichnet man die so entstandenen Kinder als Retortenbabys. Wie andere Kinder auch werden sie neun Monate ausgetragen und normal geboren.

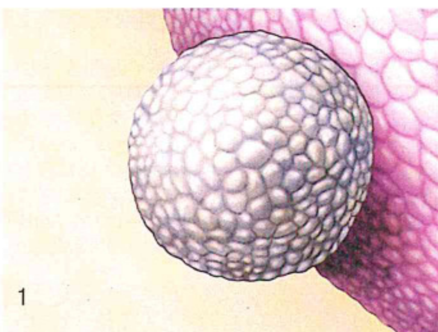
Daß sich in Zukunft Menschen mit idealen genetischen Voraussetzungen auf diese Art „züchten" lassen, ist glücklicherweise nur eine Horrorvision; zumal der Wunsch nach einem Baby von kinderlosen Paaren und nicht von einem skrupellosen Staatsmann kommt, der perfekte Untertanen will.

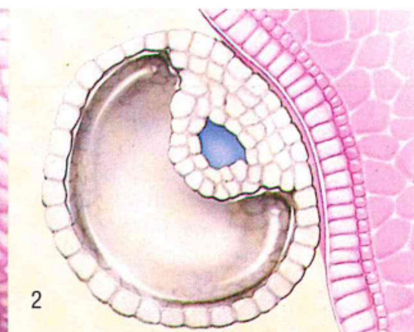
Die Züchtung perfekter Tiere mit Hilfe künstlicher Befruchtung gehört jedoch in der modernen Viehzucht längst zur Routine. In der Rinderzucht bekommen die Kühe den ausgewählten Zuchtbullen gar nicht mehr zu Gesicht. Große Firmen sammeln und lagern das Sperma von prämierten Bullen und schicken es für die künstliche Befruchtung dann in aller Herren Länder: gegen entsprechende Bezahlung, versteht sich.

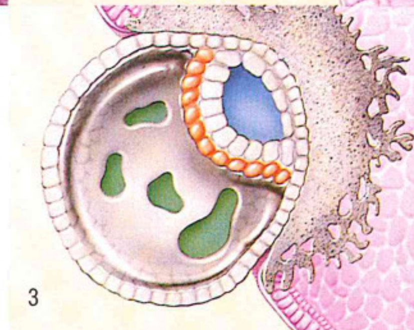
Kostbares Erbgut

Im Gegensatz zur künstlichen Befruchtung beim Menschen wird hier die Identität des Spenders nicht geheim gehalten. Aufwendige Gutachten beschreiben die Erbanlagen und damit die Eignung für eine Zucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen bestimmten letztlich den Preis des Spermas.

Nicht nur die Bullen werden genau unter die Lupe genommen, auch die Kühe müssen für die Zucht geeignet sein. Eine hohe Milchleistung oder andere herausragende Eigenschaften können den Aus-


1


2


3

John Houghton

▲ **Eine befruchtete Eizelle** *teilt sich schon während der Wanderung durch den Eileiter. Die Zelle heftet sich an die Gebärmutterwand (1). Zu diesem Zeitpunkt kann die Eizelle ohne Schaden für das zukünftige Leben aus der Gebärmutter gespült werden, um es einem anderen Muttertier zu implantieren. Danach strukturieren sich die Zellen um. Es bildet sich eine Hohlkugel, in der ein Embryonalknoten wächst (2). Mit fortschreitender Entwicklung zum Embryo nistet sich die Zellstruktur an der Gebärmutterwand ein (3).*


Geoff Tompkinson/Aspect Picture Library

◀ **Beim Ausspülen** *befruchteter Eizellen aus der Gebärmutter einer Kuh wird die sterile Flüssigkeit in einem Behälter aufgefangen. Wie die Kuh sich bei dieser Prozedur fühlt, weiß nur sie allein.*

Kaum zu glauben

BULLIG
EIN BULLE PRODUZIERT IN EINEM JAHR SO VIELE SAMENZELLEN, DASS DAMIT EINE KÜNSTLICHE BEFRUCHTUNG VON ÜBER 100 000 KÜHEN MÖGLICH IST.



Paul Raymonde

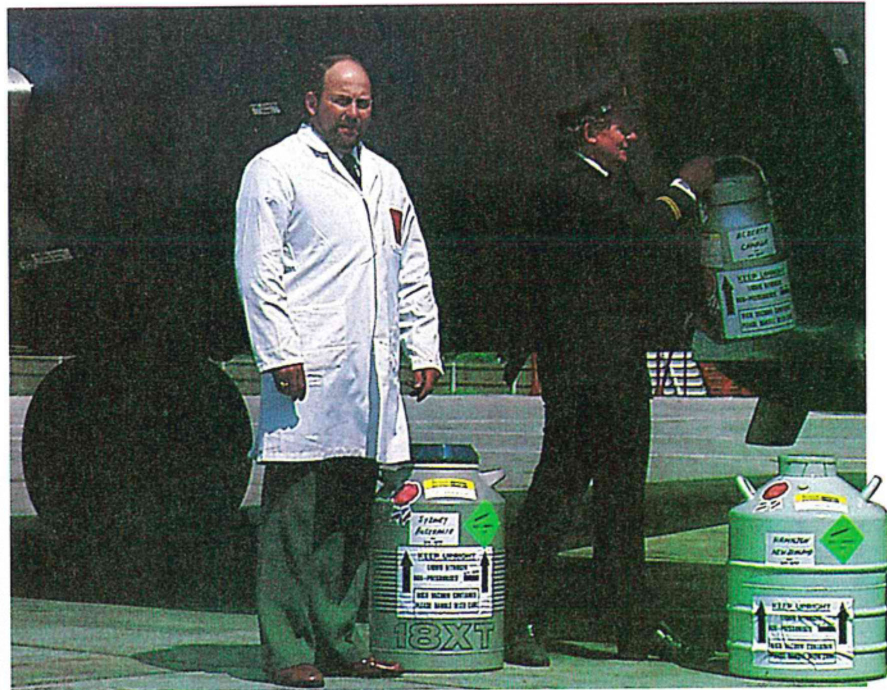


schlag für die Wahl als Muttertier geben. Neben der künstlichen Besamung scheint sich langsam ein anderes Verfahren in der Viehzucht durchzusetzen, die Embryo-Plantation. Man verabreicht dafür einer ausgewählten Kuh Fruchtbarkeitshormone. Sie produziert durch diese Behandlung bis zu acht Eizellen, die künstlich befruchtet werden. Bevor sich die Eizellen in der Gebärmutterschleimhaut einnisten können, spült man sie mit Hilfe einer sterilen Lösung aus der Gebärmutter. Wie das Sperma lassen sich auch die Eizellen einfrieren. Bei Bedarf kann man sie auftauen und einer Kuh implantieren.

Pferde erster Klasse

Dieses Verfahren erfreut sich auch in der Pferdezucht immer größerer Beliebtheit, weil sich so die erstklassige Nachkommenschaft von Rassepferden garantieren läßt und gleichzeitig mehr wertvolle Tiere entstehen als durch natürliche Befruchtung.

Eine andere zukunftsträchtige Technik ist die Aufteilung der gerade befruchteten Eizelle in zwei gleiche Embryonen. Wenn man die Eizelle kurz nach der Befruchtung mit einem winzigen, scharfen Skalpell unter dem Mikroskop teilt, so können sich neue Zellwände bilden, da die Zelle in diesem Stadium sehr regenerationsfähig ist. Aus den beiden Eizellen entwickeln sich genetisch identische



Avoncraft Cattle Breeders Ltd

▲ ***Samen von Zuchtbullen*** *für den Export müssen auf Krankheitserreger untersucht werden, damit sich keine Viehseuchen ausbreiten.*


Geoff Tompkinson/Aspect Picture Library

► ***Geklonte Zwillinge*** *entstehen durch die künstliche Teilung befruchteter Eizellen. Aber selbst hier sorgt die Natur für leichte Unregelmäßigkeiten.*



Avoncraft Cattle Breeders Ltd

▲ ***Für die Viehzucht*** *sind Samenbanken, die den Samen von ausgewählten Zuchttieren untersuchen, einfrieren, lagern und verkaufen, unerläßlich.*

Embryonen, die zwei Kühen implantiert werden können. Die künstliche Erzeugung von Lebewesen mit den identischen Erbanlagen nennt man Klonung.

Derzeit werden im Zusammenhang mit der ungeschlechtlichen Vervielfältigung von Zuchttieren weitere komplizierte Verfahren erprobt. Man läßt etwa die befruchtete Eizelle sich mehrmals teilen, achtet aber darauf, daß noch keine genauere Differenzierung der Zellen stattfindet. Dann werden unter dem Mikroskop die Kerne mit den kompletten Erbinformationen aus den Zellen herausgetrennt und in unbefruchtete Eizellen gepflanzt, deren Zellkern man bereits entfernt hat. Sämtliche genetischen Informationen der wertvollen Zuchttiere können durch die Zellkerntransplantationen von einem Embryo auf viele eigentlich unbefruchtete Eizellen übertragen werden.

Die Widerstands- und Regenerationsfähigkeit von Lebewesen hat sich im Laufe der Evolution in unendlich langen Zeiträumen entwickelt. Alle Züchtungsverfahren verarmen hingegen die Erbanlagen einer Tierart, weil die Mischungen der Gene nur auf die Interessen des Menschen abgestimmt werden. So kann genetisch bedingte Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten unwiederbringlich verlorengehen. Einseitige Beeinflussungen der Natur haben auch in diesem Bereich schwerwiegende Nachteile!

GESCHLECHTSBESTIMMUNG

Abhängig von ihrer betriebswirtschaftlichen Planung brauchen Viehzüchter manchmal weibliche Kälber als Nachwuchs für die Milcherzeugung, manchmal männliche für die Rindermast. Bis vor kurzem war das Geschlecht des Nachwuchses noch nicht vorherbestimmbar, die Zucht war noch reine Glückssache. Mittlerweile wurde jedoch ein einfacher Test entwickelt, mit dessen Hilfe die Geschlechtsbestimmung befruchteter Zellen möglich wurde. Man setzt einem Behälter mit solchen Zellen einen Farbstoff zu, der sich mit einem bestimmten Antigen in der Zellmembran männlicher Zellen verbindet und sie so einfärbt.

Computer *werden im Haus der Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Über eine Zentraleinheit werden Heizung, Beleuchtung und die Haushaltsgeräte gesteuert.*

DIE HÄUSER VON UTOPIA

- FERTIGHÄUSER
- ENERGIE-EINSPARUNG
- COMPUTERISIERUNG

VIER WÄNDE, EIN DACH, TÜR, Fenster und Schornstein: Wie ein Haus aussieht, weiß jedes Kind. Doch es könnte sein, daß die Häuser in Zukunft mit unseren althergebrachten Vorstellungen nicht mehr allzuviel gemein haben.

An neuen Ideen mangelt es nicht, wenn Architekten zukunftsweisende Bauten erdenken. Aber nur selten können sie ihrer Phantasie tatsächlich freien Lauf lassen. Wohnhäuser sollen schließlich erschwinglich sein. Außerdem müssen sie so gebaut sein, daß sich ihre Bewohner viele Jahre in ihnen wohlfühlen. Und selbst, wenn man exakte Vorstellungen vom Traumhaus hat, bleibt immer noch die Frage: Mit welchem Material und welcher Konstruktionsweise läßt sich der Plan verwirklichen?

Die Gestaltungsmöglichkeiten eines Architekten hängen wesentlich von den Eigenschaften der Baustoffe ab, die ihm zur Verfügung stehen. In Zukunft könnten vor allem neue Kunststoffe die Konstruktion, die Bautechnik und damit auch Form und Gestaltung von Bauwerken beeinflussen. Schon heute sind Kunststoffe für verschiedenste Anwendungsbereiche verfügbar. Ihr Vorteil: man braucht nicht in der Natur zu suchen, ob man einen Stoff findet, der die gestellten Anforderungen erfüllt. Man ändert die Zutaten so lange, bis das Ergebnis stimmt.

◀ ***Die moderne Architektur*** *hat einige sonderbare, aber auch sehr reizvolle Gebäude hervorgebracht. Diesem Haus in Rotterdam liegt ein Entwurf von Piet Bloom zugrunde.*

Annet Held/Arcaid

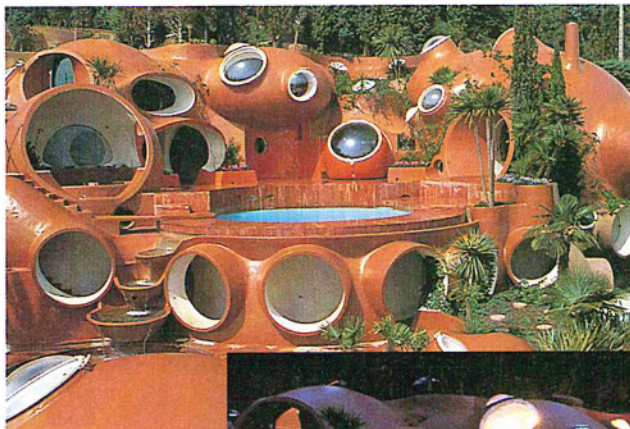
Esto Photographics

Komplizierte Formen

Kunststoff braucht durchaus nicht billiges „Plastik“ zu bedeuten. Manches Material aus der Retorte erfüllt selbst höchste Anforderungen. Bauteile aus synthetischen Stoffen können dauerhaft, leicht und dennoch so tragfähig sein, daß sie sogar schweren Lasten standhalten. Dadurch werden graziösere Häuser möglich.

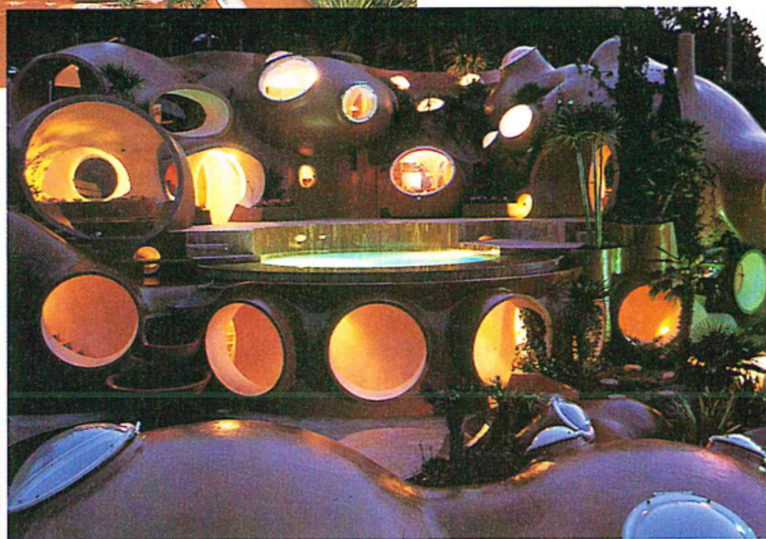


Die gestalterische Freiheit der Architekten wächst auch dadurch, daß sich Bauelemente aus Kunststoff selbst in komplizierteren Formen auf einen Viertel Millimeter maßgenau fertigen lassen. Wer sagt denn, daß ein Haus und alle Zimmer in der Wohnung rechtwinklige Ecken haben müssen? Die Regel sind gerade Wände doch vor allem deshalb, weil man solche Zimmer leicht mit den quaderförmigen Kästen möblieren kann, die uns als Schränke, Betten oder Regale dienen. Eine findige Firma, die sich auf den Bau von Kunststoff-Häusern spezialisiert, könnte jedoch auch die passenden Möbel für ihre ungewöhnlich, aber durchaus reizvoll gestalteten Häuser herstellen.



Rex Features Ltd.

◀ ***Eine Wohnlandschaft*** *in Cannes, Frankreich: Der Entwurf stammt von Antti Lovag. Er vertritt die radikale Auffassung, daß rechte Winkel unnatürlich sind. Die Formen wurden aus Beton und Kunststoff im Gußverfahren hergestellt.*



Rex Features Ltd.

Tragende Konstruktion

Überhaupt wäre es möglich, beim Bau solcher Häuser genau den umgekehrten Weg zu gehen und nicht, wie allgemein üblich, die Hülle zu liefern, die man dann mit seinen Möbeln füllt. Statt dessen könnte man von den Bedürfnissen der zukünftigen Bewohner ausgehen und Zimmer für Zimmer planen, so daß sich das eigentliche Haus erst zum Schluß als tragende Konstruktion für das maßgeschneiderte Innenleben ergibt.

Computer könnten bei einer solchen Art des Hausbaus eine besonders wichtige Rolle übernehmen. Werdenden Hausbesitzern bieten sie die Möglichkeit, ihr Haus auszuprobieren, bevor überhaupt der erste Spatenstich getan ist. Statt sich durch Bauzeichnungen zu kämpfen, sucht man sich die passenden Bauelemente am Bildschirm aus – das Programm stellt sie zur kompletten Einrichtung zusammen. Ein leistungsfähiges Grafikprogramm setzt den Entwurf in eine Simulation um, die man am Monitor „abschreiten" kann, um sich mit eigenen Augen einen Eindruck zu verschaffen. Das Programm kann sogar so „intelligent" sein, daß es Planungsfehler erkennt und hilfreiche Tips gibt: „Achtung! Der Weg von der Küche zum Eßzimmer ist sehr weit!" oder „Wenn Sie diesen Raum als Arbeitszimmer nutzen wollen, sollten Sie das Fenster nicht so klein wählen. Etwas mehr Tageslicht könnte nicht schaden." Und der Bauherr könnte sich am Bildschirm gleich von der Richtigkeit der Behauptung überzeugen.

Und doch gilt es noch, einige Schwierigkeiten zu überwinden, bevor eine Stadt aus Kunststoffhäusern steht. So müssen sich neue Stoffe erst bewähren. Es müssen Verfahren gefunden werden, die synthetischen Materialien herzustellen, ohne daß giftige Nebenprodukte entstehen. Außerdem muß sicher sein, daß die neuen Materialien für den Menschen verträglich sind und nicht langfristig seiner Gesundheit schaden.

Einige Architekten haben daher ganz andere Vorstellungen von Utopia, der Stadt der Zukunft. Sie besinnen sich eher auf bewährte Baumaterialien und schauen, wie schon unsere Vorfahren oder Völker anderer Kulturkreise mit Problemen fertig wurden. Die Ergebnisse ihrer Arbeiten sind dabei durchaus modern zu nennen.

▼ ***Eine Sonnenoase*** *in der Wüste Mexikos. Das Windrad dient dazu, Wasser aus einem Tiefbrunnen zu fördern; mit Hilfe von Sonnenkollektoren wird das Wasser erhitzt.*



Tom McHugh/Science Photo Library

Häuser im Untergrund

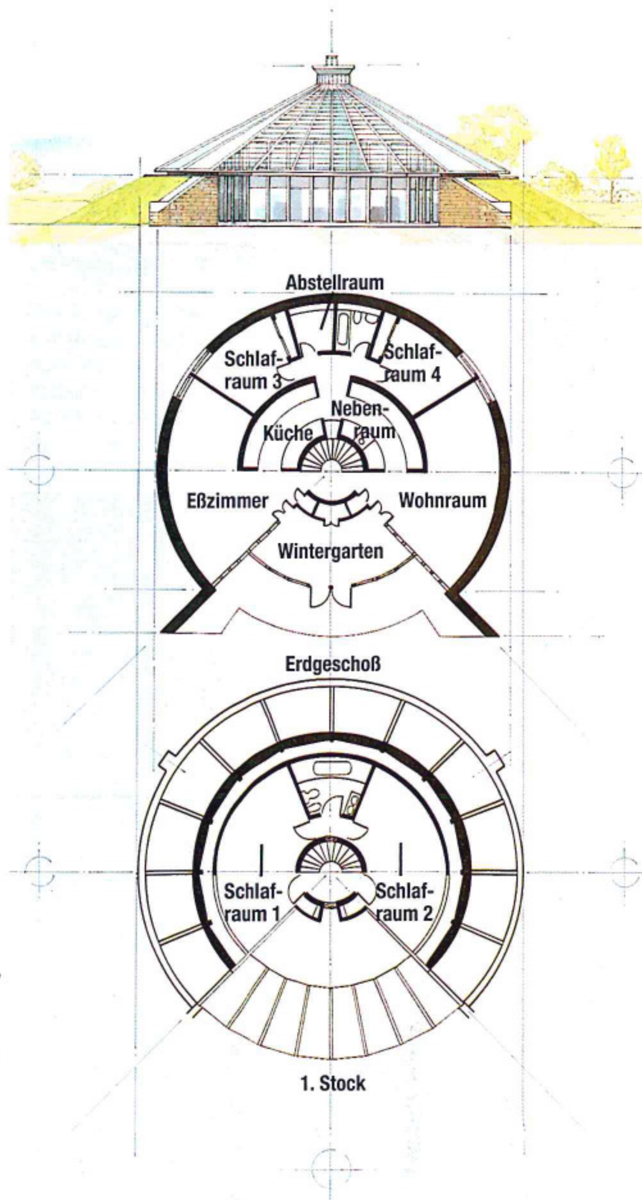
Vor allem in den USA stehen bereits solche Experimentalhäuser, bei denen neue Ideen aus alten Quellen gewonnen wurden. Von den Indianern abgeschaut ist die Idee, ein Haus gleichsam im Erdreich zu versenken. Selbst das Dach ist als



Misawa Homes

▶ ***Häuser von der Stange:*** *In Japan bestehen bereits sehr viele Wohnhäuser aus vorgefertigten Stahlbetonteilen, die mit Roboterunterstützung zu kompletten Wohneinheiten montiert werden.*





Keith Horn Architects/John Houghton

◀ ***Das Rundhaus*** *wurde auf optimale Energie-Ausnutzung konzipiert. Die Erdaufschüttungen an den Außenwänden sowie die Doppelverglasung sorgen für eine gute Isolierung der Wohnräume. Warme Abluft aus Küche und Badezimmer wird über Wärmetauscher zur Beheizung der übrigen Räume genutzt.*

▼ ***Der Medien-Raum*** *eines Hausprototyps der Zukunft in Dallas, Texas: Eine ganze Wand des Raumes ist übersät mit TV-, Computer- und Audio-Ausrüstung. Computer (Bild unten) steuern Heizung, Belüftung und Beleuchtung des Hauses.*



Wallet/Jerrican/Science Photo Library

solches nicht zu erkennen. Es ist mit Gras bewachsen. Das Erdreich isoliert das Bauwerk gegen Hitze und Kälte. Da es dem Wind keine Angriffsfläche bietet, sind die Temperaturunterschiede an der Außenhaut des Hauses sehr gering: Eine solche Bauweise stellt also nicht nur ein wirksames Mittel gegen die Verschandelung der Landschaft durch monotone Trabantenstädte dar, sie ist auch energetisch besonders sinnvoll.

Wertvolle Wärme

Die Energieersparnis läßt sich mit weiteren baulichen Maßnahmen verbessern. Solarkollektoren wandeln Sonnenenergie in brauchbare Wärme um. Solarzellen liefern elektrische Energie – beispielsweise um eine Wärmepumpe zu betreiben.

In den USA sind annähernd zwei Millionen Wärmepumpen in Gebrauch. Sie arbeiten nach dem Prinzip eines Kühlschranks. Der Kühlschrank entzieht den Nahrungsmitteln Wärme und transportiert diese nach außen. Die Wärmepumpe entzieht einem Speichermedium – meist außerhalb des Hauses – Wärme, und schafft sie ins Haus. Das Speichermedium braucht nicht einmal besonders heiß zu sein. Selbst dem Wasser eines



Wallet/Jerrican/Science Photo Library

„eiskalten" Bergsees kann man noch Wärme entziehen. Sinnvoll nutzen lassen sich in diesem Zusammenhang aber eher gebrauchtes Badewasser und das Abwasser von Wasch- und Spülmaschine, die ohne Wärmerückgewinnung wertvolle Wärmeenergie in die Kanalisation befördern.

Ob Kunststoff- oder Erdhaus: Sicher ist, daß die Wohnungen der Zukunft größer bemessen sein müssen. An vielen Arbeitsplätzen ist der Computer bereits heute eine Selbstverständlichkeit. Wenn immer mehr Arbeiten lückenlos „computerisiert" sind, können sie ebensogut auch von zu Hause aus erledigt werden. Der Arbeitgeber spart die Miete für Büroräume, der Angestellte die Fahrtkosten zum Job. Dafür muß er selbst für einen Raum sorgen, in dem er ungestört seine Arbeit erledigen kann.

Was zunächst wie ein Vorteil wirken mag – daheim kann er sich die Arbeitszeit frei einteilen – könnte sich in der Praxis als böse Falle erweisen. Wenn der persönliche Kontakt zu Mitarbeitern fehlt, ist es schwer, die eigene Arbeitsleistung zu beurteilen. So kann es dazu kommen, daß man immer höher ge-

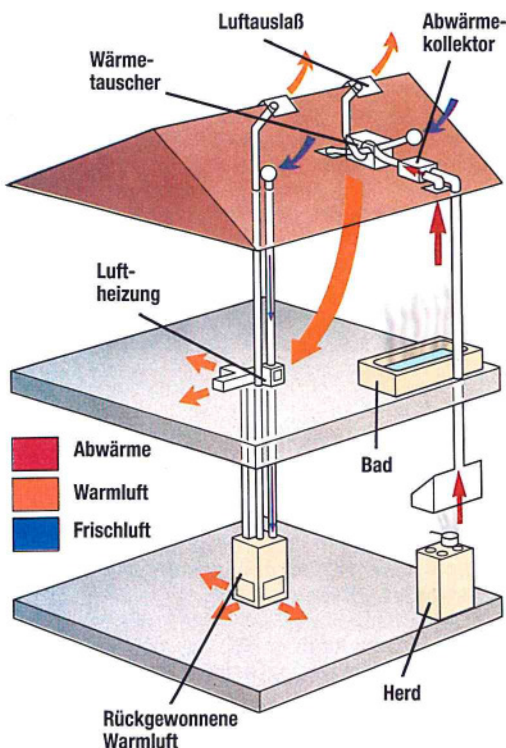
AUF DER DURCHREISE

Mitfahrzentralen gibt es längst in allen Universitätsstädten. Wem ein Bahnticket zu teuer ist und Trampen zu unsicher, der kann hier jemanden finden, der bereit ist, ihn mitzunehmen. Inzwischen gibt es auch erste Versuche, die Unterkunft in fremden Städten auf ähnlich unkomplizierte Weise zu organisieren. Wenn solche Beispiele Schule machen und die Reiselust der Menschen weiter so wächst wie im Moment , wird der Wohnungstausch auf Zeit vielleicht eines Tages etwas völlig Alltägliches sein.



Paul Raymonde





Mark Franklin

▲ ***Einige moderne Zentralheizungen*** *nutzen die Abwärme aus Küche und Badezimmer, um auf kostengünstige Weise Heizenergie zu sparen. Über einen Wärmetauscher wird die Wärme zurückgewonnen und einer Luftheizung zugeführt.*

steckte Anforderungen zu erfüllen versucht, bald längst nicht mehr mit 37 Arbeitsstunden in der Woche auskommt und die Schuld dafür bei sich selber sucht. Überhaupt ist es für Arbeitnehmer, die von zu Hause aus arbeiten, schwierig, berechtigte Interessen gemeinsam durchzusetzen.

Elektronik im Haus hat jedoch auch ihre angenehmen Seiten. Bisher eigenständige Systeme wie TV, Telefon und PC könnten in einem Computer zusammengefaßt werden. Dieser Steuerungscomputer wäre das Herzstück eines Systems, das seinen Besitzer mit Computernetzen verbindet und ihm eine Fülle von Serviceleistungen offeriert – die Abwicklung von Bankgeschäften zum Beispiel. Und darüber hinaus kann sich der Computer auch noch im Haus selbst nützlich machen.

Um etwa die eigenen vier Wände vor Einbrechern zu schützen, ist die Zentral-Elektronik mit hochempfindlichen Infrarotsensoren verbunden. Sie melden dem Computer, wenn sich jemand in irgendeinem der Räume bewegt oder eine Tür geöffnet wird. Registriert der Computer ein unvorgesehenes Ereignis, verständigt er den Hausbesitzer. Ist der nicht daheim, kann der Computer selbständig die Telefonnummer wählen, unter der sein Besitzer zu erreichen ist.

Waschen auf Befehl

Mit Hilfe von Infrarotsensoren stellt der Computer auch bei abgeschalteter Alarmanlage fest, welche Räume im Haus gerade genutzt werden. Entsprechend regelt er die Heizung oder Klimaanlage und schaltet das Licht ein oder aus.

Schon jetzt ist die Deutsche Bundespost dabei, ein System aufzubauen, das den Computer im Haushalt noch effektiver macht. „Fernwirken" heißt die magische Fähigkeit, die ein Dienst namens TEMEX seinem Nutzer verleiht. Und das Ganze hat tatsächlich etwas von Telekinese, dem Talent einiger Science-fiction-Romanhelden, Gegenstände aus der Ferne allein durch die Kraft ihrer Gedanken zu bewegen. Bei TEMEX ist allerdings schon noch ein Anruf nötig, damit eine Handlung vollzogen wird. Am anderen Ende der Leitung wartet der dienstbare Geist Computer. Wenn man in zwei Stunden zu Hause sein will und das Wetter so gut geworden ist, daß die Wäsche bis zum Abend noch prima trocknen könnte, wirft er auf Befehl die Waschmaschine an. Und wenn man sich einmal verspätet, kann er ebenso brav dafür sorgen, daß der Videorecorder auch die kurzfristig ins Programm genommene Sendung aufzeichnet.

EINE RUNDE SACHE

Der amerikanische Architekt Buckminster Fuller entwickelte in den 50er Jahren genial einfache Grundelemente, aus denen sich Kuppeln fast beliebiger Größe aufbauen lassen. Jedes Element wird aus drei gleichartigen, mit Blech beplankten Rahmendreiekken montiert.

Weil das Innere des Baukörpers ein wirklich atemberaubendes Raumgefühl vermittelt – weder Träger noch Stützen stören, die Kugel trägt sich selbst – werden solche Gebäude gerne als Ausstellungspavillions errichtet. Auch als Kuppeln für Radargeräte sind sie gut geeignet.



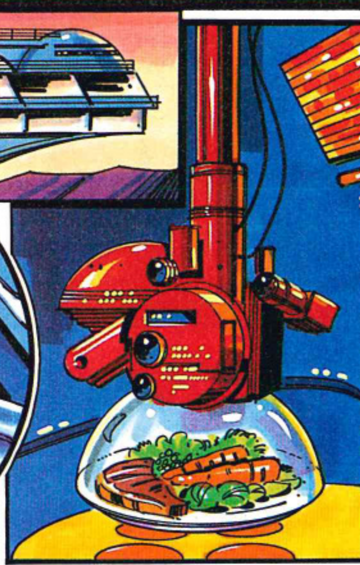
The Walt Disney Company

BLICK IN DIE ZUKUNFT

FERNBEDIENUNG



▲ *Sind die technischen Voraussetzungen fürs „Fernwirken" erst geschaffen, kann man den Computer seiner Hausgeräte sogar über das Autotelefon erreichen.*



▲ *Immer mehr Hersteller von Haushaltsgeräten werden ihre Maschinen mit Schnittstellen ausstatten, die sie mit dem Computer des Hauses verbinden.*



Joe Lawrence

▲ *Wenn man abends nach Hause kommt, hat der Computer an alles „gedacht". Die Wohnung ist warm, das Essen fertig und die Wäsche gewaschen.*

● TRAGBARE CD-SPIELER ● MINI-VIDEORECORDER ● KOMPAKTFERNSEHER

HIFI ZWERGE

***Es knattert, zischt und dröhnt** aus den Kopfhörern der zahllosen Walkmans: ein Sound wie direkt vor der Bühne. Die Musikfans freut's. Ärzte aber warnen deutlich vor bleibenden Hörschäden durch die kleinen Knaller.*

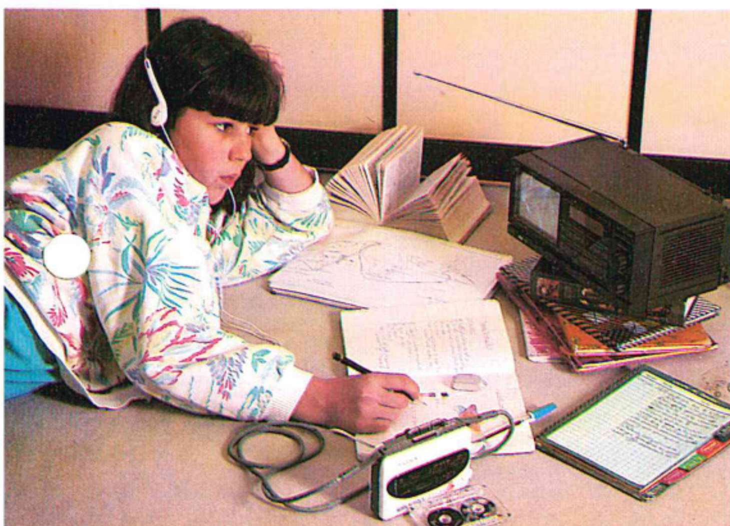
Redferns

Michel Tcherevkoff/Image Bank

IMMER KLEINER UND KLEINER werden die elektronischen Wunderwerke, die uns unterwegs mit Musik und Informationen versorgen. Bald sind sie winziger als die Batterien, die ihnen Strom liefern.

Gaillard/Jerrican

Urvater der HiFi-Minis, die heute durch die Straßen zischeln, war der Walkman, eine geniale Produktidee des japanischen Supermultis Sony: ein Cassettenrecorder mit Batterie und Kopfhörer, so klein und handlich, daß man ihn bequem überall hin mitnehmen konnte. Ihm folgten UKW-Radios im Scheckkartenformat, Videorecorder so groß wie ein Taschenbuch und Farbfernseher für die Hemdtasche. Inzwischen unterschreiten sogar einige Compact-Disc-Player das gängige „Walkman"-Format.



◀ ***Walkman** und Mini-TV sind so klein, daß man überall Musik hören und jederzeit fernsehen kann. Ob das jedoch sinnvoll ist, stellen Psychologen in Frage: Die Reizüberflutung verhindert, daß wir je Ruhe finden.*

CD-Spieler sind als „mobile Musiktruhen" ohnehin besser geeignet als die häufig eiernden und leiernden Cassettenlaufwerke. Sie haben nur wenige bewegliche Teile; die CDs werden mit Lasern abgetastet, so daß Tonabnehmer und Tonträger keinen direkten Kontakt haben. Ein CD-Player verträgt daher Püffe, Knüffe, Schaukeln und Schütteln, ohne daß er Schaden nimmt, oder die feinste Tonqualität unter einer so groben Behandlung leidet.

Flüssige Kristalle

Minifernseher zu bauen, ist da schon komplizierter. Das Problem besteht darin, winzige Bildröhren mit einer ausreichend großen Zahl Bildpunkten zu fertigen. Taschenfernseher haben daher keine herkömmlichen Kathodenstrahlröhren, sondern eine weiterentwickelte Form der Flüssigkristall-Anzeige (LCD = Liquid Crystal Display). LCD-Bildschirme arbeiten bei Spannungen unter 10 Volt, während herkömmliche Bild-





Sony

▲ ***Was der Walkman** für Cassetten, ist der Discman für CDs: Musik für unterwegs in bester HiFi-Qualität.*

röhren 10 000 Volt benötigen. Die Leistungsaufnahme der LCD-Schirme liegt im Bereich von ca. 1 Watt – das ist der zehnte bis fünfzigste Teil dessen, was eine normale Fernsehröhre verbraucht. Das Wichtigste ist aber, daß LCD-Schirme extrem kompakt sind.

Flache Bildschirme

Ein LCD-Display enthält eine rund 10 Mikrometer dünne Schicht von sogenannten Flüssigkristallen. Das sind Substanzen, deren Moleküle durch elektrische Felder ausgerichtet werden können. Die Flüssigkristallschicht befindet sich zwischen zwei dünnen Glasplättchen, auf deren Innenseite transparente Elektroden in Gitterform angeordnet sind. Diese Elektroden steuern die Ausrichtung der Flüssigkristalle.

Die LCD-Einheit wird von der Rückseite beleuchtet. Das Licht geht zuerst durch einen Polarisator, der nur Lichtstrahlen einer Schwingungsebene durchläßt. Die Flüssigkristalle drehen nun die Ebene, in der das Licht schwingt. Ist es hindurch, trifft es auf einen zweiten Polarisator, der nur das gedrehte Licht durchläßt: Der Bildpunkt erscheint hell.

Liegt jedoch Spannung an einer Elektrode, richten sich die Moleküle aus, drehen das Licht nicht, es kann nicht durch den zweiten Polarisator: Der Bildpunkt erscheint dunkel.

An jedem Gitterkreuzpunkt des Schirms sitzen winzige Transistoren. Sie wirken als kleine, empfindliche Schalter, die jeweils einen Bildpunkt der „Aktiven Matrix", des Bildschirms, steuern. Weil die Transistoren direkt „vor Ort" sind, kann das LCD-Bild schnell aufgebaut werden. Winzige rote, grüne und blaue Filter an den Matrixpunkten des Deckglases sorgen dafür, daß sich auch farbige Bilder darstellen lassen.

Tragbare Fernseher stehen also inzwischen kurz vor einem revolutionären Schritt der Miniaturisierung. Das Ziel ist ein Gerät von der Größe eines Kaugummipäckchens, das unmittelbar vor das Auge gesetzt wird und dort ein Fernsehbild im herkömmlichen Format produzieren soll. Das von einer amerikanischen Firma entwickelte „Private Eye" ist diesem Ziel laut Herstellerangaben bereits ganz nah. Es wiegt kaum 60 Gramm und ist nur 8 x 3 cm groß; das Bildfenster hat eine Diagonale von 2,5 cm. Der Benutzer hält dieses Sichtfenster vor ein Auge und erblickt ein Bild, das dem eines 30 cm-Bildschirms entspricht, der aus 50 cm Entfernung betrachtet wird.

Die Technik des „Private Eye" ist noch geheim; es gibt jedoch nur zwei denkbare Verfahren, mit denen man eine derart extreme Miniaturisierung erreichen kann: Ein kleiner, vibrierender Spiegel könnte dazu benutzt werden, einen enggebündelten Lichtstrahl auf einen Schirm zu reflektieren. Wenn dies schnell genug erfolgt, nimmt man ein flackerfreies Bild wahr. Oder das „Private Eye" arbeitet mit einem Flüssigkristalldisplay, bei dem das Bild durch ein Linsensystem projiziert wird.

GRENZEN DES MACHBAREN

Tragbare elektronische Geräte können inzwischen kaum noch kleiner werden. Die Konstrukteure von mobilen Videokameras und Videorecordern, Computern und Taschentelefonen stehen alle vor demselben Problem: Wird das Gerät zu klein, hat der Mensch Schwierigkeiten, die Knöpfe und Schalter zu bedienen. Die Minigeräte der Zukunft werden deshalb vielleicht mit Schaltelementen ausgerüstet, die auf die menschliche Sprache reagieren.

Ein weiterer Hemmschuh sind Größe und Gewicht der Batterien, die Kompaktgeräte mit Strom versorgen. Ein Beispiel: Das kleinste derzeit erhältliche Funktelefon wiegt inklusive Tastenblock, Anzeige und Antenne kaum 200 Gramm. Die wiederaufladbaren Akkus wiegen zusätzlich noch einmal fast 100 Gramm.



▼ ***Der „Video-Walkman"** von Sony ist ein tragbarer Farbfernseher mit Videorecorder für 8 mm-Bänder, Tuner und Zeitschaltuhr.*

Gamma/Frank Spooner Pictures



Scharp Electronics (UK) Ltd.

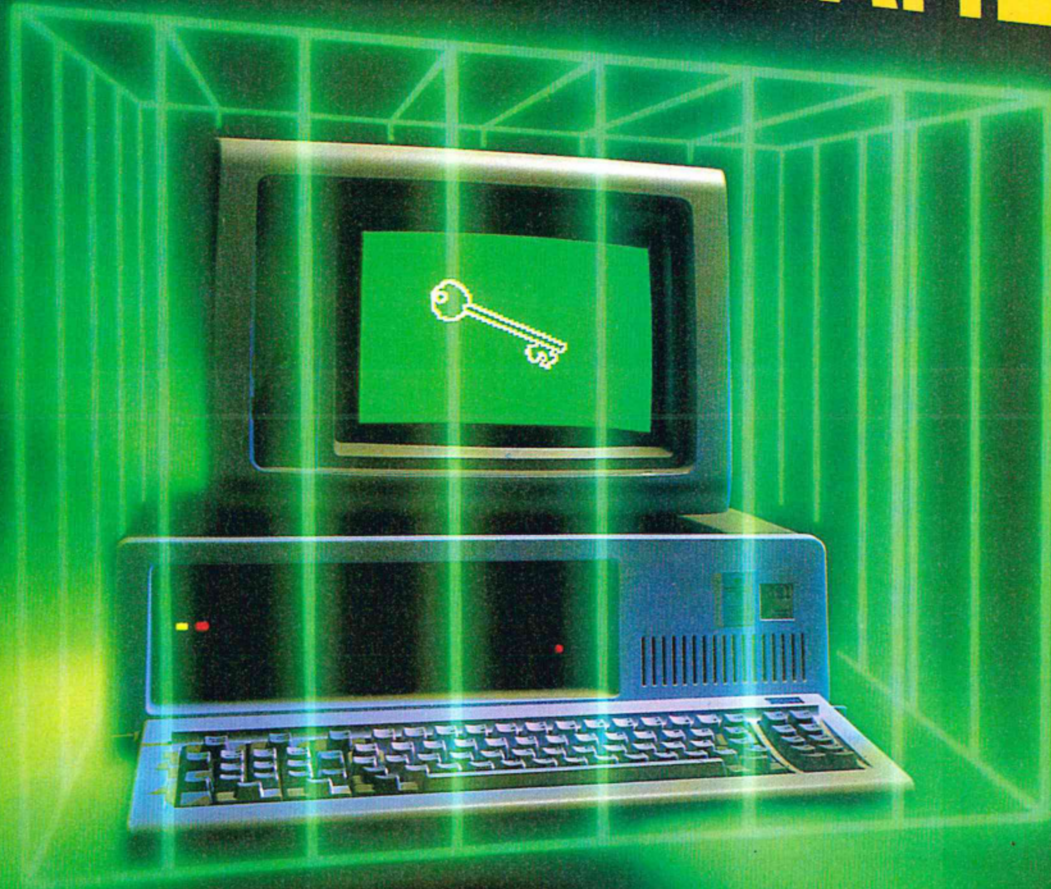
▲ ***Dieser elektronische „Sekretär"** dient gleichzeitig als Terminkalender, Adreßbuch, Dolmetscher, Datenbank und Taschenrechner.*



Paul Raymonde



DIGITALE SICHERHEIT



Die Daten eines Computers kann man nicht „hinter Schloß und Riegel" versperren. Nur Wachsamkeit schützt vor Spionen, die an sie heranwollen.

Telegraph Colour Library

- HIGH-TECH-SPIONE
- ABSCHIRMUNG
- KILLERCODES

WELTWEITE DATENNETZE sind die idealen Tummelplätze für die Spione von morgen. Nur mit größtem technischem Aufwand wird es internationalen Unternehmen in Zukunft möglich sein, ihre geheimen Daten gegen Diebstahl und heimliche Schnüffler zu sichern.

Es ist sieben Uhr morgens. Noch ist es still in den Großraumbüros der Softwarefirma. Nur aus einem Raum dringt das Klappern einer Computertastatur. Der Sicherheitsexperte des Konzerns nutzt die ruhigen Morgenstunden, um einige Überprüfungen vorzunehmen. Auf einem seiner Bildschirme hat er das elektronische Postbuch der Entwicklungsabteilung aufgerufen und blättert die Nummern der Anschlüsse durch, mit denen die Modems der Personal Computer dieses abgeschirmten Sicherheitsbereichs Kontakt hatten. Plötzlich stutzt er.

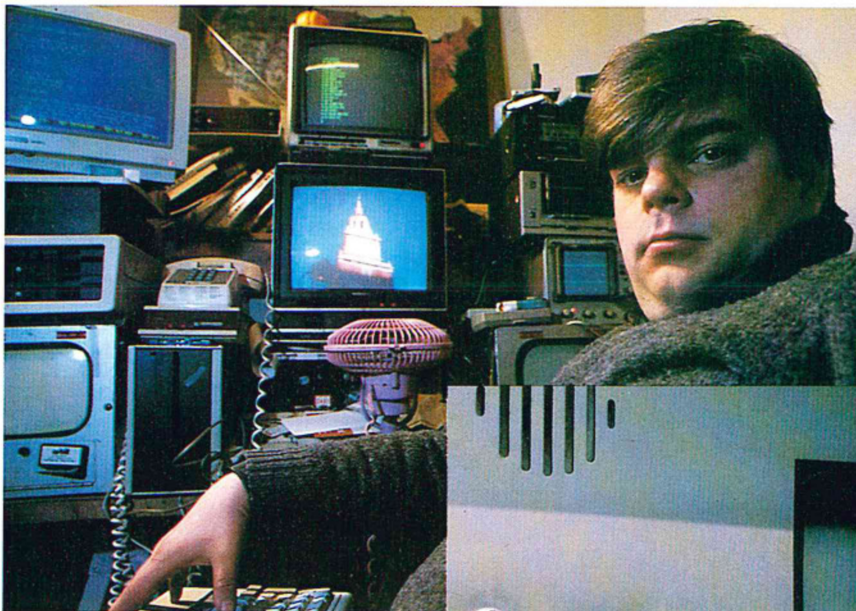
Mit einem Knopfdruck ruft er ein Suchprogramm auf, das über ein CD-Laufwerk auf sämtliche Telefonnummern der USA zurückgreifen kann. Automatisch legt die „Jukebox", der CD-Wechsler des Laufwerks, die richtige CD ein, ein Lämpchen flackert kurz, und der Sicherheitsprofi findet seine Befürchtung bestätigt: Eine der Nummern gehört zu einer Telefonzelle in Seattle, der Kontakt war vermutlich illegal.

Er läßt sich vom Laserdrucker eine Hardcopy des Vorganges machen und kopiert ihn gleichzeitig automatisch in den Computer seines Chefs – mit der Empfehlung, die Außenkontakte der Entwicklungsabteilung nur noch über einen „Cutout" laufen zu lassen, einen Computer, der alle Telefonnummern überprüft, die angewählt werden, und nur zulässige Verbindungen aufbaut.

Inzwischen sind die meisten Angestellten eingetroffen und kurbeln die Netzwerkaktivität an. „224 von 278 Knoten aktiv", meldet der Statusmonitor, „drei Versuche, Systemdateien zu manipulieren, abgefangen." Gut, daß wir die Virussuchprogramme haben, denkt der Sicherheitsexperte und erinnert sich mit Schaudern an den Tag, als ein Virus wie ein Buschbrand durch das Netzwerk raste und Festplatte um Festplatte löschte. Immerhin gelang es, wenigstens einige Abteilungen rechtzeitig vom infizierten Netzwerk zu trennen.

Es sind durchaus nicht immer Hakker, die sich solche „Scherze" erlauben; auch die liebe Konkurrenz ist über





Rex Features Ltd.

▲ ***Ian Murphy,** alias „Captain Zap", hackte sich über Modem in ein fremdes Computersystem.*



Brett Frooner, Image Bank

◀ ***Fälschungssichere Ausweiskarten** sollen dafür sorgen, daß nur befugte Personen Zugang zu den Computerräumen haben. Denn digitalisierte Programme und gespeicherte Daten stellen für manche Firmen Werte in Millionenhöhe dar.*

schmutzige Tricks nicht erhaben. Deshalb sind die Rechner der Entwicklungsabteilung auch besonders gesichert, die Monitore und Kabel abgeschirmt, die Drucker mit Schallschluckhauben abgedeckt. High-Tech-Spione könnten sonst von der Straße aus die Impulse aufzeichnen, die der Monitor erzeugt, wenn er ein Bild aufbaut, und es rekonstruieren. Sie könnten aus den Geräuschen eines Nadeldruckers mit Audioanalysatoren errechnen, was er aufs Papier gebracht hat. Und Induktionszangen, die in einem verschwiegenen Eckchen um ein Netzwerkkabel gelegt werden, könnten ihnen flüstern, was über den Draht geht.

Illegaler Zugriff

Eine ebenso sympathische wie synthetische Frauenstimme reißt den Sicherheitsexperten aus seinen Gedanken. Sie kommt aus dem Hauptrechenzentrum der Firma: „Achtung! Eine Aborted Callback Procedure wurde gemeldet. Ich beginne mit der Rückverfolgung des Anrufes." Offensichtlich hat sich jemand mit dem korrekten Paßwort im Zentralrechner gemeldet, dann aber sofort aufgelegt, als der Rechner antwortete: „Ihre Zugangsberechtigung wurde erkannt. Ich überprüfe Ihren Telefonanschluß."

Was das heißt, ist klar: Nur die zweite Sicherheitsprozedur hat das System vor dem Eindringen eines Unbefugten bewahrt. Das Paßwort muß also umgehend geändert werden.

Gerade will der Sicherheitsexperte damit beginnen, da bricht mit einem scheinbar unschuldigen Anruf die Hölle los. Am Telefon ist ein Kollege aus einer Außenstelle, der die Gehaltskonten der Angestellten führt. „Sag mal," erkundigt er sich, „warum schickt ihr uns diesen ganzen Kram über euer neues Grafikprogramm? Was geht uns das an?" Mit einem Ruck schießt der Sicherheitsexperte hoch und legt an der Konsole vor sich einen roten Schalter um. Von einer Sekunde auf die andere ist das Computernetz der Firma völlig von der Außenwelt isoliert. „Huckepack!" sagt er knapp in das Telefon. „Irgendwer hat sich mit einem Laptop auf die Leitung zwischen uns und euch gehockt und saugt uns jetzt das Mark aus den Knochen. Ich bin runter vom Netz. Wenn ich die Leitung isoliert habe, auf der er abhört..."

Er braucht nicht weiterzusprechen. Auch sein Gesprächspartner ist schon dabei, die undichte Stelle zu suchen. Wenn feststeht, wo der Datenspion sitzt, wird über weitere Maßnahmen entschieden; vielleicht schickt man einen „Killercode", der die Festplatte des Schnüfflers zerstört. Vielleicht wird man auch versuchen, ihn mit falschen Daten zu „füttern".

Auf jeden Fall wird ein zusätzliches Verschlüsselungsmodul fällig. Es wird das Netzwerk langsamer machen, aber Sicherheit hat eben ihren Preis – auch in den weltumspannenden, niemals ruhenden Netzen der Computer.



ZEFA

▼ ***Banken** und Versicherungen nutzen schon seit einiger Zeit Netzwerke. Mit Paßwörtern oder Geheimcodes sorgen sie dafür, daß nur ihre Mitarbeiter Zugang zu den Systemen haben. Manchmal ist vor die Schnittstellen zum Netzwerk ein Computer geschaltet, an dem Sicherheitsexperten den Zugang überwachen.*

Kaum zu glauben

KRANKE COMPUTER

IM NOVEMBER 1988 GELANGTE EIN COMPUTERVIRUS IN DAS ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY NETWORK (ARPANET) DES US-VERTEIDIGUNGSMINISTERIUMS UND LEGTE IN WENIGEN STUNDEN ÜBER 50 000 ANGESCHLOSSENE COMPUTER LAHM.



Paul Raymonde

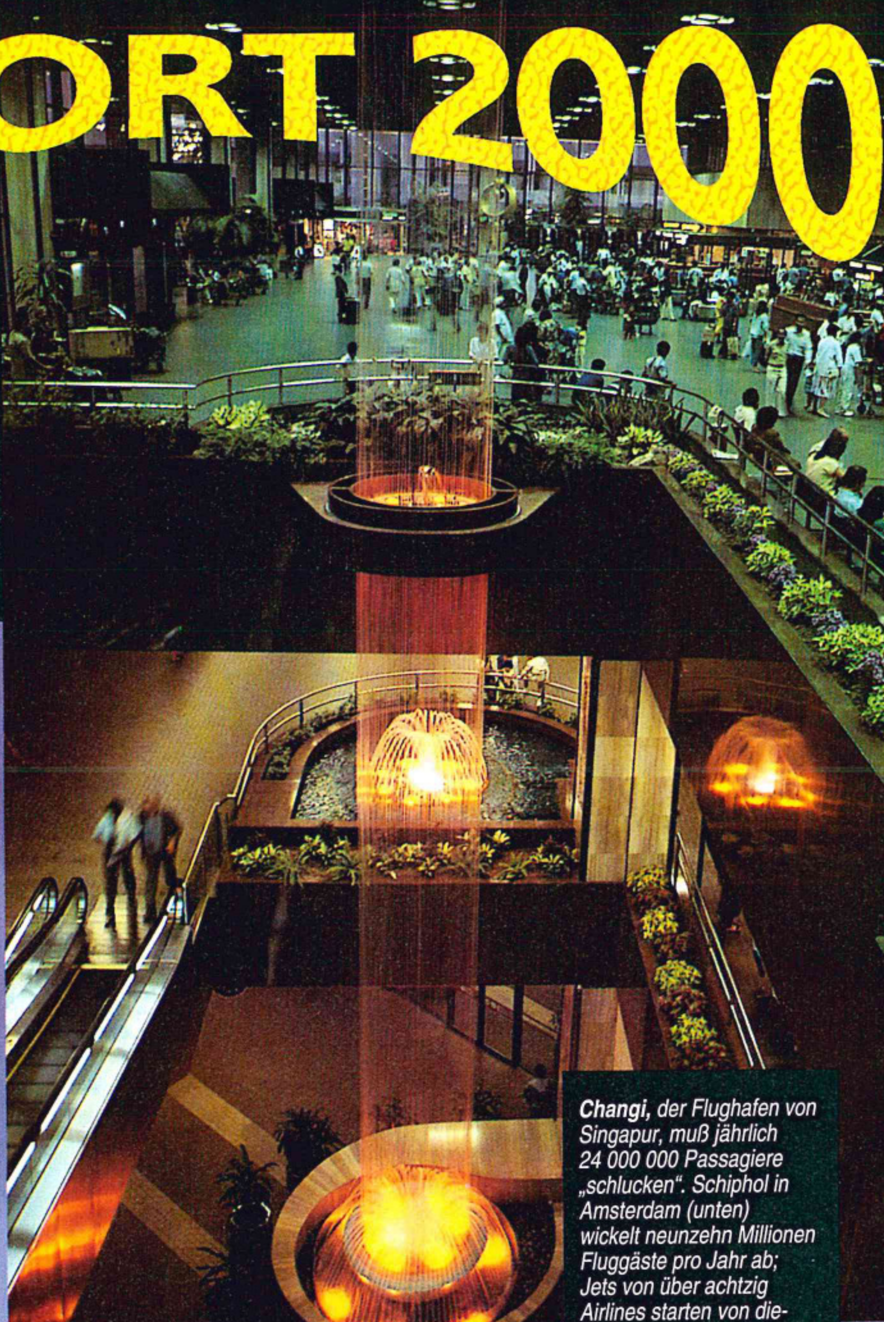
AIRPORT 2000

DIE INTERNATIONALEN AIRPORTS sind in der Klemme: Einerseits wachsen die Passagierzahlen scheinbar ins Uferlose, andererseits ist für neue Landebahnen kein Platz, und die Nerven der Anwohner sind durch das hohe Flugaufkommen und den damit verbundenen Lärm schon jetzt arg strapaziert. Kein Wunder also, daß sich die Flughäfen der Zukunft erheblich von den heutigen unterscheiden müssen.

Wenn in Chicago O'Hare, einem der meistfrequentierten Flughäfen der Welt, „Rush-Hour" ist, dann startet oder landet alle 39 Sekunden ein Flugzeug. Mehr als vierundsechzig Millionen Menschen, das entspricht beinahe der gesamten Bevölkerung Deutschlands, werden jedes Jahr durch den Airport geschleust. Irgendwann werden aber selbst solche Super-Airports an ihre Grenzen stoßen; und dieser Tag bereitet den Verkehrsplanern heute schon Magenschmerzen und schlaflose Nächte.

Ein Weg aus dem Dilemma aus Verkehrschaos und Passagiermassen könnte es sein, zahlreiche kleine Flughäfen nahe den Stadtzentren zu bauen. Dort würden nur STOL-Flugzeuge abgefertigt, die mit extrem kurzen Start- und Landebahnen auskommen, so daß diese Airports nicht allzu viel kostbaren Platz fressen würden (STOL ist die Abkürzung für „Short Take-Off And Landing"). Flughäfen in der Nähe von Stadtzentren würden die Anreisewege der Passagiere erheblich verkürzen.

Aviation Picture Library





Changi, *der Flughafen von Singapur, muß jährlich 24 000 000 Passagiere „schlucken". Schiphol in Amsterdam (unten) wickelt neunzehn Millionen Fluggäste pro Jahr ab; Jets von über achtzig Airlines starten von diesem Flughafen zu Flügen in neunzig verschiedene Länder der Erde.*

Tony Stone Photo Library London



die Umwelt entlasten und die Gefahr von Verkehrsengpässen vermindern. Ein weiterer Vorteil der kurzstartenden „Cityhopper“: Sie machen viel weniger Krach als die brüllenden Triebwerke herkömmlicher Cityjets.

Zwischen den Flugplätzen könnte sich außerdem ein Netz superschneller Magnetbahnen spinnen, um auch die Provinz besser an den internationalen Verkehr anzubinden. Die Bahnhöfe fänden unter den Landebahnen Platz, und Rolltreppen und schnelle Laufbänder könnten Bahn- und Flugsteige verbinden.



▶ ***Bewegliche Fluggastbrücken*** *sind aus Airports nicht mehr wegzudenken. Sie passen sich Flugzeugen und Parkpositionen an und schützen die Passagiere vor Wind und Regen.*

Jetway Systems

Weltraumflugzeuge

Auch die „großen“ Flugzeuge von morgen werden sich erheblich von den heutigen Jets unterscheiden. Es wird Überschalljets geben, die bis an die Grenze des Weltraums steigen und dort eine Reisegeschwindigkeit von 25 000 bis 38 000 Kilometern pro Stunde erreichen. Ein Geschäftsmann aus Deutschland könnte so ein Weltraumflugzeug morgens in Frankfurt besteigen, nach Tokio zur Sitzung fliegen und am Abend schon wieder zurück sein.

Dort, wo es weniger auf Geschwindigkeit als auf Kapazität ankommt, werden wahrscheinlich gewaltige Großraumwasserflugzeuge eingesetzt. Sie sollen sowohl vom Land als auch vom Wasser starten können. Der mögliche Antrieb für diese Flugzeug-Giganten der Zukunft: atomare Fusionstriebwerke. So könnten sie über tausend Passagiere und beinahe zweihundert Tonnen Fracht mit einer Geschwindigkeit von knapp tausend Kilometern in der Stunde transportieren. Die Küstenflughäfen dazu, die auch mit dem Fachausdruck „Seadrome“ bezeichnet werden, könnten auf großen Plattformen oder künstlichen Inseln im Meer errichtet werden.

DURSTIGE DÜSEN

Ein Jumbo-Jet verbraucht beim Flug rund 8000 l Treibstoff pro Stunde. In seinen Tanks hat er Platz für etwa 100000 l Avgas, die allein schon fünfzig Tonnen wiegen. Damit könnte der Pilot seinen Privatwagen etwa hundert Jahre lang betreiben – wenn der Motor Flugzeugkerosin schlucken würde. Die Jets werden entweder durch ein Unterflursystem mit unterirdischen Rohrleitungen oder durch Riesentankwagen mit Hochleistungspumpen aufgefüllt. Mit denen kann man einen Jumbo in nur zwanzig Minuten vollständig „abfüllen“; das entspricht einer Pumpleistung von 100 l oder etwa einer Badewanne pro Sekunde.

Kaum zu glauben

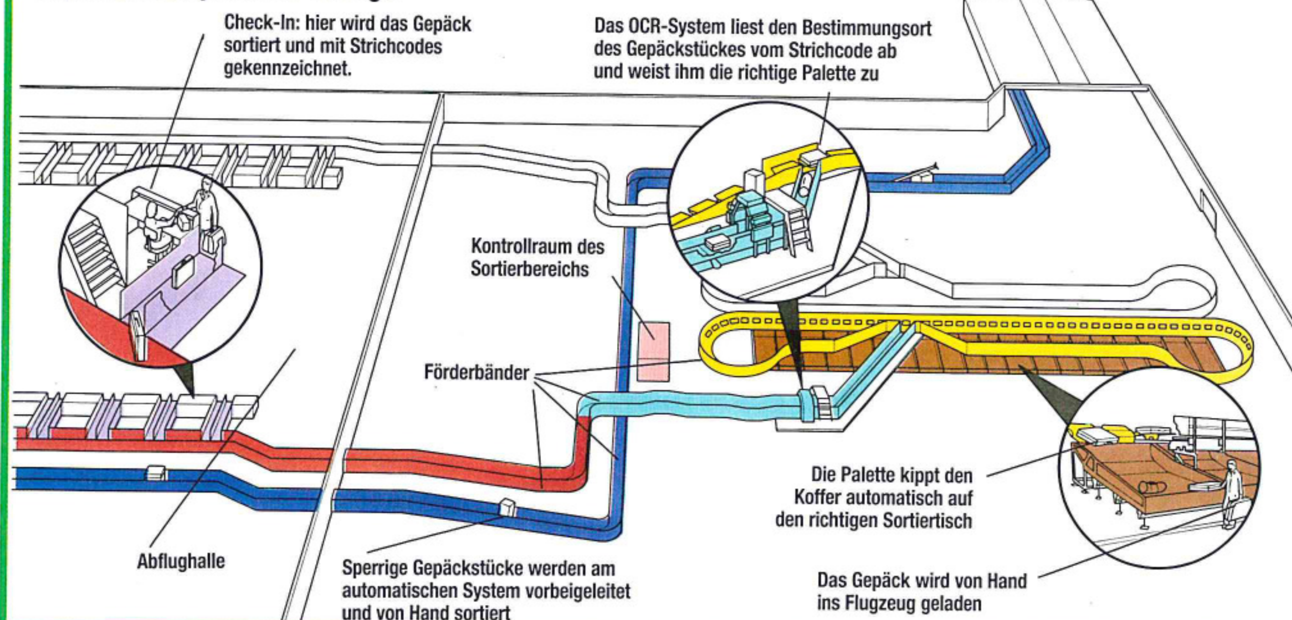
FLUGVERRÜCKT
DER FLUGHAFEN DALLAS FORT WORTH WILL IN NAHER ZUKUNFT ALLEN ERNSTES 150 MILLIONEN PASSAGIERE PRO JAHR ABWICKELN – DAS IST MEHR ALS DIE GESAMTBEVÖLKERUNG VON BRASILIEN!



Paul Raymonde

▼ ***Gepäcksortiermaschinen*** *beschleunigen einen Vorgang, der viel Zeit in Anspruch nimmt. Ein OCR-System „liest“ Strichcodes, die auf die Gepäckstücke geklebt werden und sortiert sechzig Koffer und Taschen pro Minute.*

Gepäcksortiersystem für Abflüge



Logan Fenamec/Mark Franklin

MASSENWARE NACH MASS





Alex Bartel/Science Photo Library

Tony Stone Photo Library

▲ ***Massenprodukt Auto:*** *Selbst Typen unterschiedlicher Hersteller ähneln sich heute stark. Ihre Form „kommt aus dem Windkanal" und ist zweckmäßig.*

KÄUFERORIENTIERTE FERTIGUNG, das wird die nächste Stufe der industriellen Revolution sein. Massenproduktion, aber nach Maß. Von der Stange, das reicht heute vielen Menschen offenbar nicht mehr.

Hersteller von Massenprodukten stehen heute vor einer schwierigen Aufgabe. Wegen der herrschenden Konkurrenz müssen sie mit immer neuen Ideen glänzen, die ihre Waren von anderen hervorheben. Außerdem wird die Kundschaft immer wählerischer.

Die Produkte sollen preisgünstig sein – aber niemand will mehr so aussehen, als trage er Massenware. Alles soll durch Individualität glänzen, aber nicht viel kosten. Für die Produzenten ist dies ein Dilemma. Wie soll man preisgünstig und gleichzeitig individuell fabrizieren?

Es dauert zum Beispiel vier bis sechs Stunden, bis die bei westlichen PKW-Herstellern gebräuchliche 800-Tonnen-Presse, die zum Ausstanzen und Formen von Fahrzeugkarosserie verwendet wird, neu eingerichtet ist. Die Folge ist, daß eine Mindestanzahl von etwa 10 000 identischen Formblechen (das ist der Vorrat für zwei Wochen) hergestellt werden muß, bevor sich der Austausch der Formen in der Presse lohnt.

In Toyotas japanischen Fertigungsanlagen werden die Formen nicht mehr mit Bolzen und Muttern, sondern mit „Schnellverschlüssen" in der Presse angebracht, so daß ein Austausch innerhalb von Minuten möglich ist.

Frisch aus der Presse

Dadurch ist auch die Herstellung kleinerer Partien speziell geformter Blechteile auf wirtschaftliche Weise möglich. Außerdem erlaubt dieses Verfahren dem Unternehmen, wesentlich flexibler auf veränderte Käuferwünsche oder Modetrends zu reagieren; die Lagerbestände – und somit auch die Kosten – werden ebenfalls verringert.

HANDARBEIT



Rolls Royce Motor Cars Ltd

Einen als Massenprodukt gefertigten Rolls Royce gibt es nicht. Jedes Fahrzeug wird von Handwerkern zusammengesetzt. Die Furnierholzeinlagen für das Armaturenbrett etwa werden aus dem Holz des amerikanischen Walnußbaums geschnitten. Nach mehreren Qualitätskontrollen weicht man sie in Wasser ein und glättet sie mit Hilfe einer Presse, bevor man die Lagen etwa vier Tage trocknen läßt. Danach werden die acht erforderlichen Furnierstücke ausgewählt – das fertige Armaturenbrett soll eine durchgehend gleiche Holztönung und Maserung aufweisen. Eine Lage Grundierung und drei Schichten Polyesterharzlack werden auf das rohe Armaturenbrett aufgetragen und anschließend auf Hochglanz poliert.



Eine ähnliche Entwicklung findet in der Textilindustrie statt. Zur Zeit sind schon vollautomatische Schneidersysteme in Gebrauch, die Muster anfertigen, Stoff nach einem Schnittmuster markieren, zuschneiden und das Kleidungsstück komplett nähen – die erforderlichen Daten werden zuvor über ein Terminal in den Computer eingegeben. Es gibt bereits Computerprogramme, nach denen Roboter komplette Kleidungsstücke aus Stoffbahnen anfertigen.

Auch der Einzelhandel hat bald ganz neue Möglichkeiten. Ein zukunftsweisendes System hochauflösender Video-



Ross Kinnaird/EMPICS Lectra Systems Ltd

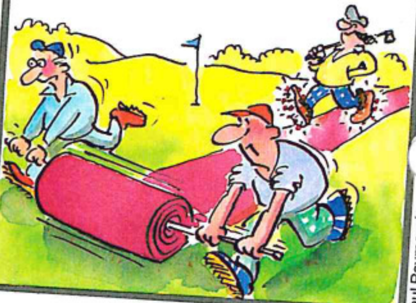
◀ ***Mit einem automatischen „Maßband",*** *das mit einem computerunterstützten Schneidegerät (oben) gekoppelt ist, können innerhalb einer Stunde Maßanfertigungen produziert werden.*

kameras vermißt bis zu 60 000 Punkte auf dem Körper des Kunden – in nur drei Minuten. Diese Meßergebnisse ergeben ein realitätsnahes, dreidimensionales Bild von seinen Körpermaßen. Auf der Grundlage dieser 3D-Aufnahmen schneidert der Computer dem Kunden jedes gewünschte Kleidungsstück auf den Leib. Zunächst wird der neue „Zwirn" jedoch nur auf dem Bildschirm simuliert, damit der Kunde entscheiden kann, welcher Schnitt, welche Farbe und welcher Stoff zu ihm paßt. Ist die Entscheidung gefallen, werden die Maße an den Schnittcomputer weitergegeben. Bald heißt es dann wieder: Paßt!

Kaum zu glauben

SCHMUCKE TRETER

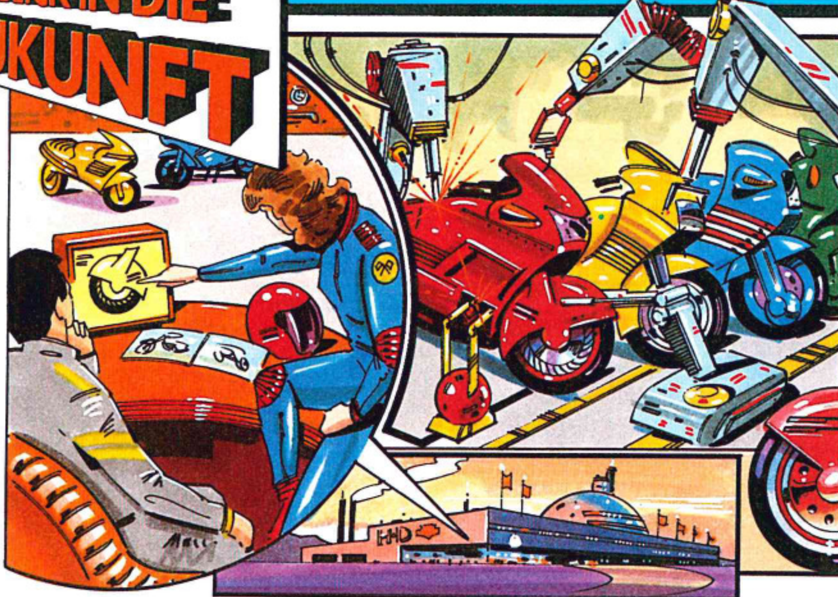
NERZGEFÜTTERTE GOLFSCHUHE MIT RUBINBESETZTEN SPIKES UND VERZIERUNGEN AUS 18KARÄTIGEM GOLD HAT SICH EIN AMERIKANISCHER GOLFSPIELER GELEISTET – FÜR 16 846 DOLLAR.



Paul Raymonde

BLICK IN DIE ZUKUNFT

HOBEL NACH WUNSCH



Joe Lawrence

▲ *Im Motorradladen der Zukunft stellt gerade eine Kundin aus einer Vielzahl von vorgefertigten Bauteilen ein Motorrad nach ihren eigenen Vorstellungen zusammen.*

▲ *Der Auftrag wird direkt zur Fabrik übermittelt, wo vom Zentralcomputer gesteuerte Roboter den individuellen „Rennhobel" für die Kundin montieren.*

▲ *Zwei Wochen später kann die Kundin ihr „einmaliges" Motorrad abholen, hergestellt aus Standardbauteilen und mit voller Herstellergarantie.*

● SCHMELZENDE POLKAPPEN ● FLUTSCHÄDEN ● SCHUTZMASSNAHMEN

LAND UNTER

Tony Stone Photo Library, London

▲ ***Steigt*** *die Gesamttemperatur der Erde nur um vier Grad, schmilzt das Eis der Pole, und es werden gewaltige Mengen Wasser frei.*

► ***Fluten*** *würden dann die tiefergelegenen Regionen bedrohen, fruchtbares Ackerland würde weggeschwemmt.*



Gamma/Frank Spooner Pictures

EIN PHÄNOMEN BEUNRUHIGT die Wissenschaftler: der Treibhauseffekt erwärmt die Erde und bringt das Eis an den Polen zum Schmelzen. Welche Folgen das für unser Klima und unsere Küsten haben wird, ist kaum abzusehen.

In einem Punkt sind sich die Wissenschaftler sicher: Wenn sich der Treibhauseffekt in den nächsten Jahren soweit verstärkt, daß sich die Durchschnittstemperatur auf der Erde um einige °C erhöht, wird der Meeresspiegel ansteigen. Wie stark, weiß allerdings niemand so genau.

Verursacht wird diese Misere hauptsächlich durch die Verbrennung fossiler Energierohstoffe, wie Kohle, Gas und Öl, wodurch der Anteil an Kohlendioxid in der Atmosphäre steigt. Mitverantwortlich ist auch der erhöhte Methangehalt in der Luft, der durch Fäulnisprozesse in Mülldeponien, Rinderhaltung und Reisanbau verursacht wird. Die aus Spraydosen und verschrotteten Kühlschränken entweichenden Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) tun ein übriges.

Durch den erhöhten Anteil dieser Gase wird die Atmosphäre zu einer immer dichteren Hülle, die zwar die Sonnenstrahlung fast ungehindert zur Erdoberfläche durchläßt, aber einen wachsenden Teil der Wärmeabstrahlung der Erde ins Weltall verhindert.

Ohne geeignete Gegenmaßnahmen rechnen viele Klimatologen mit einem globalen Temperaturanstieg von rund ein bis vier Grad Celsius. Das klingt nicht sehr dramatisch, doch wenn man bedenkt, daß der durchschnittliche Temperaturunterschied zwischen der letzten Eiszeit und unserem heutigen Klima nur vier bis fünf Grad beträgt, wird einem schnell die Dimension der Veränderung klar.

Bei steigenden Durchschnittstemperaturen hätte das Schmelzen des Packeises am Nordpol kaum einen Einfluß auf den Meeresspiegel, denn die Eisberge schwimmen ähnlich wie riesige Eiswürfel in einem kühlen Drink. Sie verdrängen als Eisberge genausoviel

Kaum zu glauben

ALLES EINPACKEN

ALLEN INFORMATIONEN ZUM TROTZ GLAUBEN EINIGE WISSENSCHAFTLER, DASS DIE EISKAPPEN DICKER WERDEN! SCHWARZE PLASTIKPLANEN ÜBER DEM EIS SOLLEN DIE WÄRME DER SONNE ABSORBIEREN UND DAS EIS ZUM SCHMELZEN BRINGEN.



Paul Raymonde





Joe Lawrence

◀ ***Wissenschaftler*** *vertreten die Meinung, daß im nächsten Jahrhundert mit Sturmfluten bis 7,5 m über NN zu rechnen ist. Dadurch wären dann auch viele dichtbesiedelte Gebiete unserer Nachbarn in England bedroht.*

TIEFBOHRKERNE

Durch Tiefbohrungen an den Polen können frühere Klimaverhältnisse rekonstruiert werden. Da es im Winter auch an den Polen stärker schneit, kann man an der Dichte des Eises erkennen, wieviel Schnee im Entstehungsjahr gefallen ist. Ähnlich wie bei den Jahresringen eines Baumes läßt sich so nachträglich die Härte der Winter bestimmen, also ob wenig oder viel Schnee gefallen ist. Auf diese Weise kann man vergleichen, ob Jahre oder Jahrzehnte mit hohen Schneefällen mit überlieferten Daten hoher Fluten übereinstimmen oder ob es zu solchen Katastrophen eher in Perioden wärmeren Klimas an den Polen der Erde kommt.

Wasser, wie sie es in geschmolzenem Zustand tun würden. Ähnlich ist es am Südpol. Das auf dem Festland befindliche Eis ist so kalt, daß es bei einer Erwärmung um fünf Grad noch längst nicht schmilzt. Auch hier würde vor allem Packeis schmelzen.

Damit wäre aber mehr „bewegliches" Wasser auf unserem Planeten vorhanden – mehr Wasser, das der Anziehungskraft des Mondes unterliegt, und das bereits jetzt flüssige Wasser würde sich durch den Temperaturanstieg ausdehnen. Folglich würden wesentlich höhere Fluten die Erde heimsuchen.

Besonders verheerend wäre die Auswirkung auf die wichtigen landwirtschaftlichen Nutzflächen, die bei Überflutung der Flußdeltas verloren gingen. Viele Flüsse würden verschlammen, und das eindringende Salzwasser würde in weiten Gebieten das Trinkwasser unbrauchbar machen.

Eines der ersten Krisengebiete ist wahrscheinlich das dichtbesiedelte und weitgehend ungeschützte Flußdelta des Ganges in Bangladesch. Hier würde bereits ein zwei Meter höherer Wasserspiegel 28 % des Landes überschwemmen und über ein Viertel der Bevölkerung obdachlos machen. Sturmfluten könnten noch viel weiter ins Land vordringen, als das in den frühen siebziger Jahren geschah. Damals ertranken in Bangladesch mehr als 300 000 Menschen.

Doch nicht nur die Dritte Welt ist von dieser Gefahr betroffen. Bei der großen Flut 1962 kamen allein in Hamburg 300 Menschen ums Leben. Seit dieser Zeit hat man systematisch überall die Deiche erhöht. Ein Anstieg der Fluten um nur einen Meter würde allerdings alle Mühen zunichte machen.

In aller Welt sind sich Politiker über die Klimaprobleme vollkommen im klaren, konkrete Maßnahmen erfolgen jedoch sehr schleppend. Es bleibt zu hoffen, daß nicht erst verheerende Fluten Städte wie Hamburg, London, New York oder Rio de Janeiro heimsuchen müssen, bevor drastische Schritte zu unserem Schutz unternommen werden.

▶ ***Dieser Eisforscher*** *zersägt eine Eis-Probebohrung aus der Antarktis. Die Analysen geben Aufschluß über Klimaveränderungen in der Vergangenheit und über Luftverschmutzungen.*

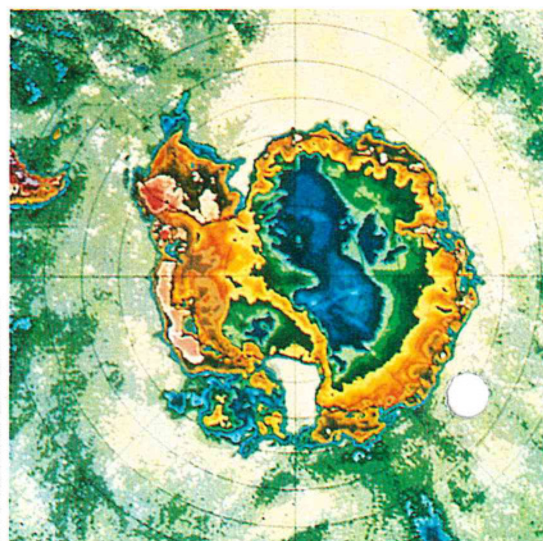


Simon Fraser/Science Photo Library

◀ ***Die Flutsperre*** *auf der Themse schützt mit ihren gewaltigen Toren London vor Sturmfluten. Doch auch diese mächtige Anlage kann nur einem bis zu vier Meter überhöhten Meeresspiegel standhalten.*

Ben Johnson/Science Photo Library

▶ ***Falschfarben-Temperaturkarten*** *der Antarktis wie diese zeigen, wie sich der Eismantel verschiebt.*



Dr. Per Gloersen/Polar Record/SPL

● SICHTBARE ATOME ● HEILENDES U-BOOT ● NANOCOMPUTER

MIKRO TECHNOLOGIE

WA Technology Ltd

Das Rasterelektronenmikroskop kann Strukturen sichtbar machen, die nur ein milliardstel Zentimeter groß und damit kleiner als ein Atom sind.

SUPERKLEINE MASCHINEN, nur millionstel Zentimeter groß, sind das Zukunftsprojekt der Mikrotechnologie. Molekül für Molekül könnte diese unsichtbare Roboterarmee neue Kleinstteile zusammensetzen.

Gewöhnliche Lichtmikroskope vergrößern nur bis zu einer bestimmten Grenze. Sie können Objekte, die kleiner als die Wellenlänge des Lichtes sind, d. h. kleiner als ein fünftausendstel Millimeter, nicht mehr abbilden. Mit dem hochleistungsfähigen Elektronenraster-Mikroskop hat man eine Möglichkeit gefunden, in die unsichtbare Welt vorzudringen. Ein Elektronenstrahl tastet sich hierbei rasterförmig über ein mit Gold bedampftes Objekt. Die Signale der dadurch in der Oberfläche der Probe angeregten Elektronen werden verstärkt und auf einem Monitor dargestellt. Durch dieses Verfahren werden zum Beispiel detailgetreue, dreidimensionale Bilder von winzig kleinen Insekten gewonnen.

Die technische Weiterentwicklung des Elektronen-Mikroskopes schiebt die Grenze des Sichtbaren noch weiter hinaus: Mit dem Raster-Tunnelmikroskop dringt man in den atomaren Bereich vor. Eine winzige Diamantnadel wird dafür bis auf wenige milliardstel Zentimeter an die Oberfläche des Objektes herangebracht. Das hat zur Folge, daß sich die Elektronenwolken – Wolken geladener Teilchen, die jeden Atomkern umgeben – des Objektes und der Nadel gegenseitig beeinflussen. Die Elektronen „springen" zwischen beiden Teilen hin und her, wodurch ein winzig kleiner elektrischer Strom entsteht.

Während die Nadel die Oberfläche „abtastet", sinkt oder steigt der Strom um unvorstellbar kleine Werte. Diese Spannungsunterschiede werden gemessen, verstärkt und dann auf einem Bildschirm als dreidimensionales Bild

Kaum zu glauben

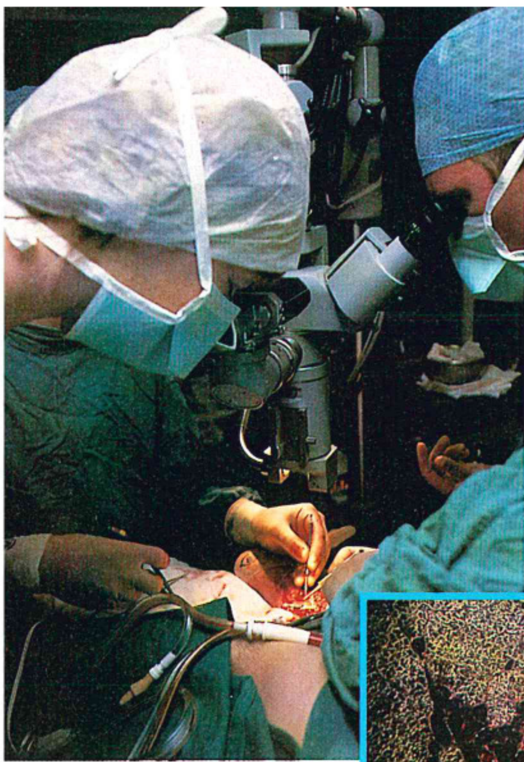
KEIN PLATZ FÜR DEN KUCKUCK

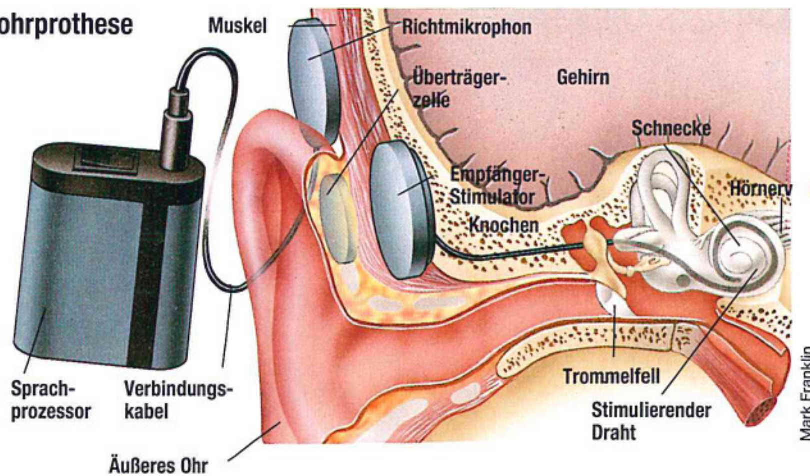
1988 BAUTE FREDDY SUESS, EIN SCHWEIZER UHRMACHER, DIE KLEINSTE PENDELUHR DER WELT. SIE IST NUR 9,9 MILLIMETER HOCH UND WIEGT 1,6 G; DAS PENDEL SCHWINGT DREIMAL PRO SEKUNDE.



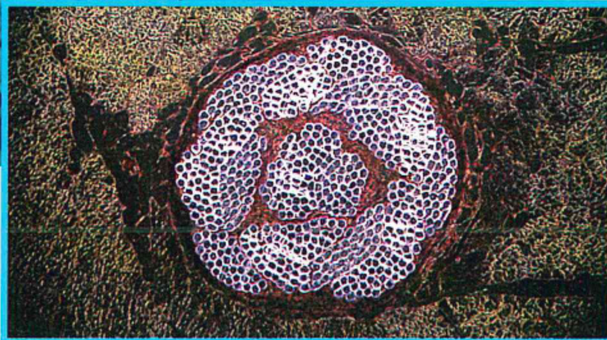
Paul Raymonde







▲ ***Ein Sprachprozessor*** *verwandelt von einem Mikrophon aufgenommene Schallwellen in digitale Signale und sendet sie an einen implantierten Empfänger, der die Nerven im inneren Ohr mittels eines eingefädelten Drahtes reizt.*



▲ ***Chirurgen*** *benutzen ein Operationsmikroskop, um zwei Blutgefäße zu verbinden. Der Zwirn (rechts) hat einen Durchmesser von 0,005 mm.*

dargestellt. Auf die Weise können Einzelheiten sichtbar gemacht werden, die kleiner sind als ein Atom.

Eine andere Möglichkeit, die das Raster-Tunnelmikroskop eröffnet, ist das Bewegen von Atomen. Auf diese Weise setzte der Großkonzern IBM das Emblem der Firma aus einzelnen Atomen zusammen. Große Fortschritte verspricht man sich aus dieser Technik für die Halbleitertechnik. So könnten vielleicht schon bald elektronische Schalter, nicht größer als ein Molekül, zusammengesetzt werden.

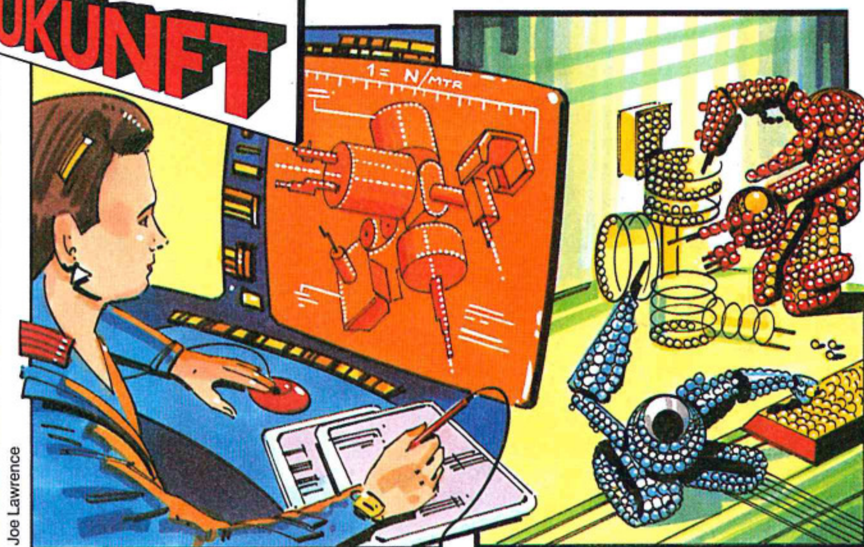
Die Entwicklung in der Mikrotechnologie schreitet aber auch auf anderen Gebieten voran. Der Traum eines jeden Mikroelektronikers ist es, Maschinen für den Mikrokosmos zu bauen. Mikroskopisch kleine Unterseeboote könnten beispielsweise eines Tages den menschlichen Körper bewachen und Krebszellen oder schädliche Fettdepots in den Blutgefäßen zerstören.

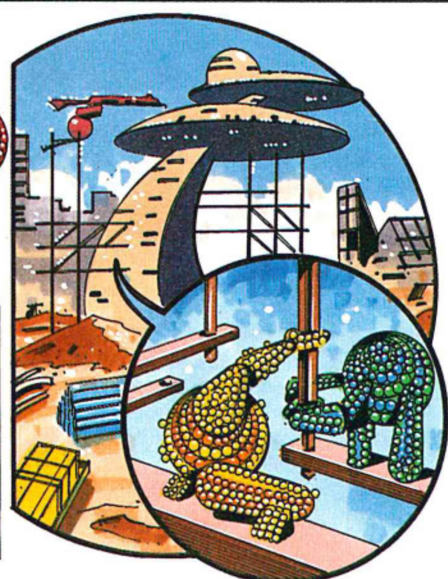
Angetrieben würden diese kleinen Geräte durch Traubenzucker und Sauerstoff, die sie aus dem Blutstrom absorbieren. Wenn das Mikro-U-Boot an eine Gefäßwand oder ein Blutkörperchen stößt, würde es einfach auf volle Kraft zurück schalten und seinen Weg anschließend fortsetzen. Trifft es dagegen auf ein gefährliches Bakterium oder einen Virus, fährt es ein paar mechanische Greifer aus und verschlingt es.

Tatsächlich wurden bereits so winzige Motoren mit Propellern entwickelt, daß man sie in die Blutgefäße schleusen könnte. Das Hauptproblem besteht jedoch darin, die Körperabwehr zu überlisten. Denn weiße Blutkörperchen würden sich auf die motorisierten Eindringlinge stürzen und sie sofort funktionsunfähig machen.

BLICK IN DIE ZUKUNFT

UNSICHTBARE ARBEITER





▲ *Die zukünftige Entwicklung der Technik wird es ermöglichen, mikroskopisch kleine Maschinen zu bauen, die nur ein paar Nanometer groß sind.*

▲ *Diese Kleinstmaschinen könnten, per Computer gesteuert, mikroskopisch kleine Teile herstellen. Eine solche Mikrofabrik wäre nicht größer als ein Sandkorn.*

▲ *Diese Miniaturmaschinen könnten auf einer Baustelle als unsichtbare Helfer eingesetzt werden und in ein paar Wochen ein stattliches Gebäude errichten.*

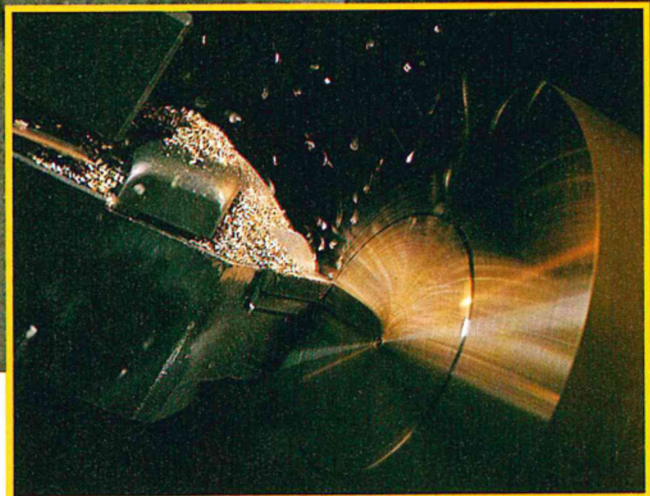


GEBRANNTE ERDE

- PORZELLAN
- WOLFRAMKARBID
- MOTOREN DER ZUKUNFT



▲ ***Keramische Gußformen** müssen in Schmelzöfen Temperaturen über 1000° C widerstehen, ohne sich zu verformen.*



Paul Brierley

▶ ***Wolframkarbid** macht die Schnittkanten von Werkzeugen extrem hart.*

Ben Johnson/Science Photo Library

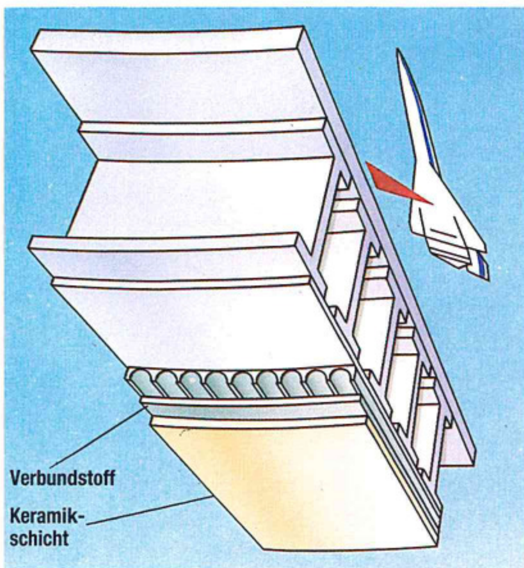
KERAMISCHE MATERIALIEN sind fast unverwüstlich. Härter als die meisten Metalle, extrem druckbelastbar, widerstandsfähig gegen aggressive Chemikalien und selbst bei höchsten Temperaturen beständig: Das sind die guten Eigenschaften, die den vielseitigen Werkstoff auszeichnen. Einziger Nachteil bisher: Keramik ist sehr spröde. Doch die verstärkten Bemühungen bei der Entwicklung neuer Keramikstoffe lassen hoffen.

Keramik, Gefäße aus gebranntem Ton, haben die Menschen schon vor 10 000 Jahren hergestellt. Seitdem ist dieser Werkstoff aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Während man Baustoffe wie Mauerziegel, Fliesen und Kanalisationsrohre zur Grobkeramik rechnet, gehören Gebrauchsgegenstände wie Kaffeetassen oder Teller aus Porzellan zur Feinkeramik. Die Vielzahl neuer Keramikverbindungen, die in Zukunft eine immer größere Rolle spielen werden, faßt man hingegen unter dem Sammelbegriff „sonderkeramische" Werkstoffe zusammen. Diese Einteilung beruht nicht nur auf der Verwendung, sondern auch auf Unterschieden in der Herstellung der Gegenstände.

Grobkeramische Gegenstände bestehen meist aus einer Mischung von Ton, Quarzsand und Feldspat. Baustoffe wie Mauersteine oder Dachziegel enthalten zudem noch Asche und Sand. Die Rohstoffe werden zerkleinert, unter Zugabe von Wasser gemischt und dann maschinell geformt. Nach einer Trockenzeit werden die Rohlinge bei 1100 bis 1400 Grad Celsius gebrannt. Durch das Brennen gehen die Rohstoffe eine dauerhafte, wasserfeste Verbindung ein.

In der Feinkeramik wird überwiegend eine weißbrennende Grundmasse eingesetzt, zum Beispiel für Porzellangeschirr, Waschbecken oder Zahnprothesen. Diese Masse wird im Kunsthandwerk mit der Hand weiterverarbeitet. Auf einer Drehscheibe entsteht so beispielsweise eine Schale oder Vase. Für die industrielle Produktion gießt man die Masse in Gipsformen. Zum Großteil besteht die Grundmasse aus Kaolin (Porzellanerde) sowie Quarz und Feldspat. Je nach Mischungsverhältnis verändert sich die Härte der Keramik. Im ersten Brand wird sie Temperaturen bis 1900° C ausgesetzt. Nach diesem sogenannten Rohbrand erhalten die Gegenstände eine Glasur und werden noch einmal bei niedrigerer Hitze gebrannt.





Mark Franklin

▲ ***Hyperschallflugzeuge*** *benötigen eine keramische Außenhaut, um der gewaltigen Reibungshitze standzuhalten.*

Der Einsatzbereich des klassischen Werkstoffs hat sich in den letzten Jahren ständig erweitert. Gänzlich neue Verbindungen entstanden, die mit der Keramik der Vergangenheit nur noch die charakteristischen Eigenschaften Härte, hoher Schmelzpunkt und gute elektrische Isolierung gemeinsam haben.

Kohlenstoffhaltige Spezialkeramiken, sogenannte „Karbide", setzen neue Maßstäbe bei Werkzeugen, die extrem hart sein müssen. Bohrer und Schneidstähle erhalten an der Schneide einen Überzug aus Wolframkarbid. Extrem harte Schleifsteine werden mit Körnchen aus Siliziumkarbid versehen.

Die poröse Beschaffenheit von Keramik macht man sich bei der Abgasentgiftung zunutze: Katalysatoren wandeln die Schadstoffe in harmlosere Gase um. Das wabenförmige Innenleben eines Katalysators besteht aus Keramik, die mit einer Mischung von Platin, Palladium und Rhodium beschichtet ist.

Gegen Gluthitze gefeit

Zukünftig werden Keramik-Metallverbindungen, sogenannte „Cermets", bei der Entwicklung extrem hitzebeständiger Motorblöcke in der Autoindustrie eine wichtige Rolle spielen. Neue Anwendungsgebiete für die Hochleistungskeramik ergeben sich auch im Bau von Hitzeschilden bei Hyperschall-Jets.

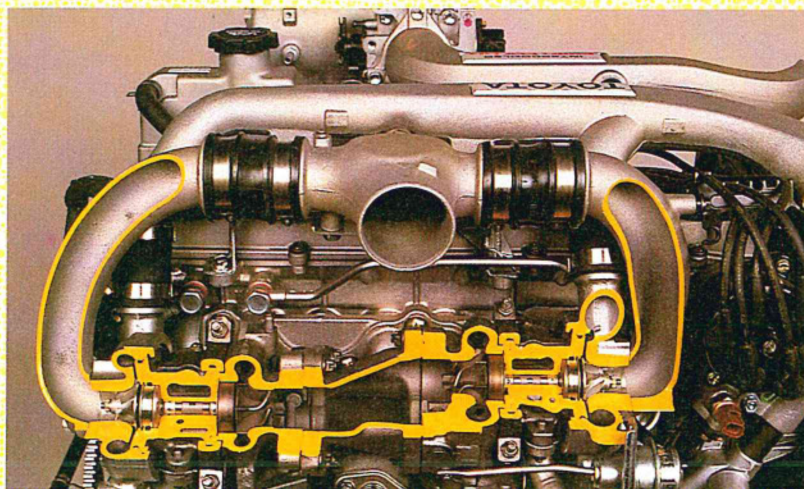
Keramische Fliesen zum Schutz vor der Reibungshitze, die beim Flug mit Überschallgeschwindigkeit auftritt, werden bei der amerikanischen Raumfähre Space Shuttle an tragenden Rumpf- und Flügelteilen eingesetzt. Auch der in Entwicklung befindliche europäische Raumtransporter Sänger und geplante Hyperschallflugzeuge werden nicht ohne schützende Keramikhaut auskommen: In einigen Flugphasen treten Temperaturen bis zu 1800° C an der Rumpfspitze und den Flügeln auf, eine Hitze, die kein Metall aushält.

„Sonderkeramische" Materialien wie Magnesiumoxid, mit einem Schmelzpunkt von 2800° C das bislang wärmebeständigste Material dieser Art, widerstehen selbst extremer Reibungshitze. Vor allem in den Antriebsturbinen superschneller Raumgleiter müssen die Turbinenschaufeln durch einen keramischen Überzug gegen extrem hohe Temperaturen geschützt werden. Zirkondioxid hat sich hierfür als besonders geeignet erwiesen, weil es sich bei Hitze ähnlich stark ausdehnt wie das Metall, das es vor der Hitze schützen soll. Unterschiedliche Materialausdehnungen würden zu Rissen oder Formveränderungen in den Turbinen führen, die den Antrieb des hyperschnellen Flugzeugs bald in seine Einzelteile zerlegen würde.

Die faszinierenden Möglichkeiten der neuen Wunderstoffe sind noch lange nicht ausgeschöpft. So experimentiert man mit keramischen Materialien, um die hohen Temperaturen, die sich mit Sammelspiegeln in Sonnenöfen erzielen lassen, optimal zu nutzen.

Aber auch die einfachen Dinge des täglichen Lebens wie Scheren, Herdplatten oder Zündkerzen werden durch sonderkeramische Stoffe verbessert. Wer jedoch die Vorteile eines Kugelschreibers mit keramischer Spitze – der absolute Verkaufshit einer japanischen Firma – nutzen will, muß wohl hyperschnell zu schreiben lernen.

DER KERAMIKMOTOR DER ZUKUNFT



Toyota Motor Corporation

Der Traum vieler Werkstofftechniker ist der vollkeramische Automotor. Eine solche Antriebsmaschine könnte bei wesentlich höheren Temperaturen arbeiten als ein Metall-Motor. Dadurch ließe sich der Treibstoff besser ausnutzen und der Schadstoff-Ausstoß würde geringer ausfallen.
Motoren mit Laufbuchsen, Kolben, Ventilen und Turboladern aus Keramik werden bereits hergestellt. Außerdem ist man dabei, einen Gasturbinenmotor für Autos zu entwickeln, dessen Turbine und Brennkammer aus keramischen Stoffen besteht.

Der Verwirklichung eines vollkommen keramischen Kolbenmotors ohne Kühlung steht jedoch einiges im Wege: Die Betriebstemperatur solcher Motoren wird bei 2500° C liegen (herkömmliche Motoren entwickeln ungefähr 800° C); die meisten Keramikwerkstoffe vertragen aber nur 2200° C. Materialien und Versuchsreihen für den neuen Motor sind sehr teuer. Es wird deshalb wohl noch einige Zeit dauern, bis der erste wirtschaftliche und umweltfreundliche Hochtemperaturmotor für Kraftfahrzeuge in Serie produziert wird.

▼ ***Scheren*** *mit Zirkon-Keramikschneiden sind so stabil, daß sich mit ihnen Blech schneiden läßt, ohne daß sie stumpf werden.*



Ivaldi/Jerrican



Paul Raymonde



● LÄRMUNTERDRÜCKUNG ● MOTORAUFHÄNGUNG ● FLÜSTERASPHALT

AUF LEISEN SOHLEN

► ***Das Armaturenbrett*** *der Zukunft wird mit Bildschirmen und holographischen Displays ausgestattet sein. Mit diesen Anzeigeinstrumenten kann der Fahrer diverse Informationen über den Fahrzeugzustand abrufen. Die Stereoanlage könnte computergesteuert Geräusche aussenden, die den Motorlärm maskieren.*

George Haling/Science Photo Library

Berenguer/Jerrican

IN DER NÄHE EINER AUTOBAHN oder Schnellstraße zu wohnen bedeutet, daß man ständig nervtötendem Lärm ausgesetzt ist. Eine Reihe von Erfindungen, die sich zur Zeit noch im Entwicklungsstadium befinden, sollen den Wunschtraum der geplagten Anwohner erfüllen: Den leiseren Straßenverkehr.

Statistisch gesehen geht die Lärmbelästigung, die unsere sensiblen Lauscher peinigt, zu über fünfzig Prozent vom Straßenverkehr aus. In der Bundesrepublik Deutschland wird man außer vielleicht auf Helgoland oder auf den Gipfeln der Alpen kaum ein Plätzchen finden, an dem man nicht zumindest das konstante Rauschen einer Schnellstraße hört. Wohnt oder arbeitet man in direkter Nachbarschaft zu den lärmenden Blechlawinen, die sich durch Stadt und Land wälzen, läuft man auf Dauer Gefahr, krank zu werden.

Auskunft über die Intensität des Geräuschpegels geben Messungen. Während Flüstern zu einem Zeigerausschlag von 30 dB (A) auf der Skala des Meßgerätes führt, dröhnt der Verkehr in der Regel mit etwa 70 bis 100 dB (A) an



einem vorbei. Wird Lärm dieser Lautstärke zum ständigen Geräuschteppich, kann das dem Menschen schon ganz schön an die Nerven gehen. Wessen Schlafzimmerfenster zum Beispiel auf eine belebte Straße weist, muß sich über chronische Müdigkeit nicht wundern. Wissenschaftlich nachgewiesen ist, daß es zu Schlafstörungen schon ab 35 dB (A) kommt. Eine andauernde Geräuschbelastung über 70 dB (A) kann beim Menschen zu Lärmschwerhörigkeit führen. Ein Wert, den der Krach auf den Straßen locker erreicht. Aus diesem Grund tüfteln die Automobilhersteller an neuen Modellen für das Auto der Zukunft.

Durch das steigende Interesse der Öffentlichkeit und den daraus folgenden staatlichen Auflagen sind die Firmen gezwungen, ihre „Benzinschleudern“ umweltfreundlicher zu konstruieren. Daß Umweltschutz auch eine Minderung des Lärms bedeutet, ist erst in den letzten Jahren mehr ins Bewußtsein gerückt.

Wie schnell der Erfindungsgeist der Autokonstrukteure durch gesetzliche Anordnungen beflügelt werden kann, zeigt sich in Österreich. Nachdem die Regierung ein Nachtfahrverbot für Lkw verhängt hatte, die lauter als 80 dB (A) sind, war es ihnen plötzlich durch eine spezielle Motordämpfung möglich, den Krach der Brummis zu mindern. In Deutschland gilt leider weiterhin die EG-Norm von 84 dB. Folglich verzichten viele deutsche Fuhrunternehmer auf die Umrüstung ihrer Lastkraftwagen.

Eine der entscheidenden Ursachen für den Fahrzeuglärm sind Vibrationen. Sie entstehen hauptsächlich in den beweglichen Teilen des Motors und werden über die Motoraufhängung an die Karosserie weitergegeben. Einer der Gründe, warum die Luxuskarosse Rolls-Royce kaum zu hören ist, wenn sie sich auf der Straße nähert, liegt darin, daß alle beweglichen Teile ausgewuchtet sind – also absolut rund laufen. Für die Massenproduktion ist dieses Verfahren jedoch zu kostspielig.

Würde man den Motor superweich gefedert aufhängen, hätte man zwar auch ein leiseres Auto, die Stabilität beim Fahren ginge aber verloren. Starke Lastwechselreaktionen, etwa beim Beschleunigen, würden das Fahrzeug in gefährliche Schwingungen versetzen. Ist die Aufhängung härter, setzen wieder Vibrationen ein. Bisher blieb nur ein mehr oder minder befriedigender Kompromiß auf dem Weg zum leisen Gefährt. Eine Erfindung könnte jedoch Abhilfe schaffen.

Konzipiert wurde das Schallunterdrükkungsgerät für die Dämpfung von Vibrationsgeräuschen, die bei Karosserien aus neuen Kunststoffverbindungen entstehen. Über kleine Mikrofone registriert und analysiert ein elektronisches Steuergerät das Störgeräusch. Ein um eine halbe Wellenlänge versetztes Gegengeräusch wird dann von einer Steuereinheit erzeugt. Beide Schwingungen löschen sich gegenseitig: Die Vi-

Chrysler Corporation

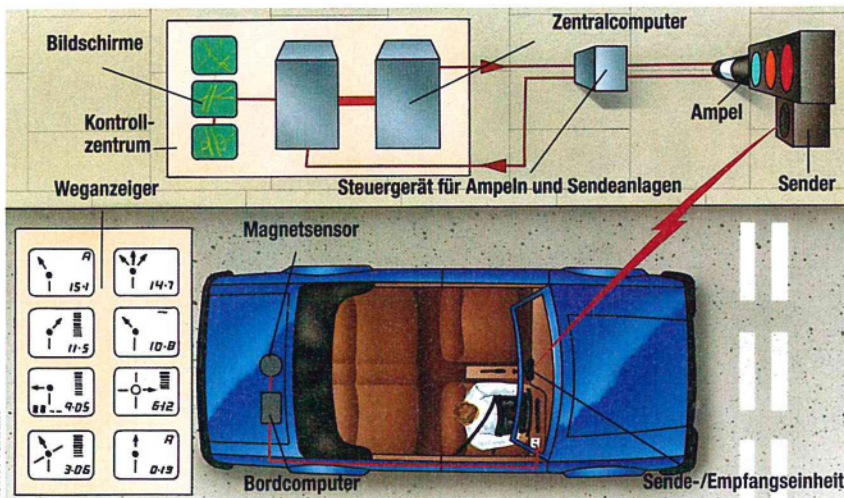
▲ ***Mit Voyager III*** *hat die Firma Plymouth einen variablen Pkw erfunden. Für längere Fahrten mit der Familie baut man das Fahrzeug zum Kleinbus um. Die windschnittige Form sorgt für geringen Fahrtlärm.*

General Motors Corporation

◀ ***Dieser Saphir-Zylinder*** *ermöglicht es den Technikern, den Verbrennungsvorgang in Motoren genau zu analysieren. Eine optimal geregelte Verbrennung vermindert auch das Motorengeräusch.*

LÄRMMESSUNG

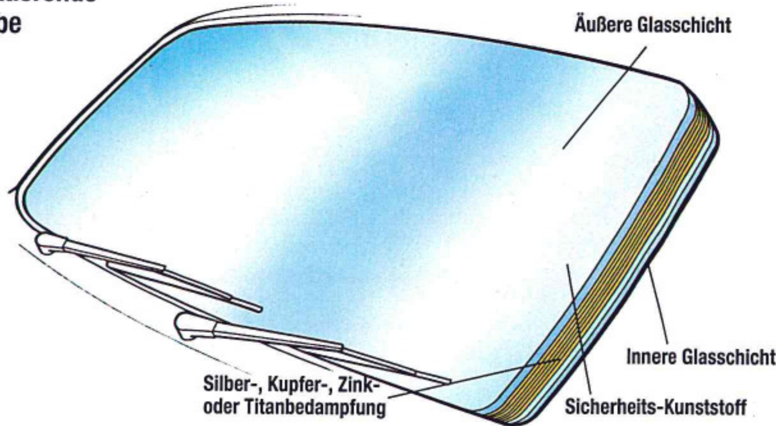
Die Intensität von Schall wird auf einer logarithmisch ansteigenden Dezibel-(dB)-Skala gemessen. Wenn man das subjektive Schallempfinden des Menschen in die Messung einbezieht, kommt ein spezieller Filter (A) zum Einsatz, der die geringe Empfindlichkeit des Menschen gegenüber niedrigen Frequenzen in die Messung einbringt. Die dB-(A)-Meßskala reicht vom Wert 0 als Hörgrenze bis zum Wert 130, der Schmerzgrenze. Eine Verdoppelung der Geräuschquellen etwa von 10 auf 20 Autos macht auf der Dezibelskala eine Erhöhung von etwa 3 dB aus; empfunden wird das aber als Lärmzuwachs um ein Viertel. Verzehnfacht man die Lärmquelle auf 100 Autos, so steigt die Skala um 10 dB. Der Lärm wird jedoch als doppelt so laut empfunden.



Mark Franklin

◀ ***Auto-Navigationssysteme*** *werden in einigen Ballungszentren erprobt. Nach Eingabe des Zielorts erhält man über Magnetsensoren und Sendeeinheiten Informationen vom Verkehrsrechner. Eine Anzeige im Armaturenbrett weist den Weg an Staus vorbei: Lärmvermeidung!*

Reflektierende Scheibe



Mark Franklin

◀ *Neuartige Autoverglasungen* *halten die Hitze der Sonnenstrahlen vom Innenraum fern und sind zugleich völlig transparent. Zwischenschichten aus Metall reflektieren die Wärmestrahlung.*

brationsgeräusche sind kaum noch zu hören. In etwas veränderter Form soll das System auch an der Motoraufhängung zum Einsatz kommen. Bis zur Serienproduktion dieses pfiffigen Systems wird es wohl noch eine Weile dauern.

Sozusagen auf dem Boden der Tatsachen, genauer: direkt auf der Straße, stehen die Techniker, die sich mit einer anderen Erfindung befassen. Messungen ergaben, daß die Abrollgeräusche beim Pkw ab 40 km/h, beim Lkw ab 60 km/h die lauteste Lärmquelle sind. Die Aufgabe der Reifenindustrie, leisere „Puschen" zu entwickeln, hatte bisher nur mäßigen Erfolg, denn eine Eigenart der Reifen läßt sich bislang nicht umgehen. Beim Fahren wird in den Rillen des Reifenprofils Luft eingeschlossen, die dann zur Seite herausdrückt. So entstehen Geräusche, die aufgrund ihrer hohen Frequenzen besonders nervtötend sind.

Die Lautstärke des Abrollgeräusches hängt aber nicht nur vom Reifen ab. Das Zauberwort der Straßenbauämter heißt „Flüsterasphalt". Versuche mit diesem Straßenbelag zeigen: Die grobporige Struktur des Asphalts bricht die Schallwellen der Fahrgeräusche so günstig, daß bis zu 50 % des Lärms „verschluckt" werden. Allerdings hat die Sache leider bislang noch einige Haken. Abgesehen davon, daß der Flüsterasphalt doppelt so teuer wie herkömmlicher Straßenbelag ist, setzen sich seine Poren schnell mit Schmutz zu. Er muß also häufiger gereinigt werden. Außerdem braucht man bei gefrierender Nässe weitaus mehr Salz zum Streuen.



Gamma/Frank Spooner Pictures

Wenn die Zulassungszahlen für Fahrzeuge weiterhin so steigen, werden noch einige Erfindungen vonnöten sein, damit der Straßenlärm nicht ins Unerträgliche wächst. Der private Beitrag zur Lärmvermeidung erfordert hingegen nicht so viel Gehirnschmalz: Statt jeden Morgen und Abend im knatternden Verkehrsstau zu sitzen, empfiehlt es sich, auf Nahverkehrsmittel umzusteigen. Am leisesten ist das Auto, wenn es in der Garage bleibt.

Roy Botterell/Express Newspapers

General Motors (Europe)

▲ *Bei diesem Elektrofahrzeug* *knattert kein Auspuff. Das Modell von General Motors kann es in der Fahrleistung mit einem konventionellen Pkw aufnehmen – doch trotz mächtiger Batterie (oben) leider nur 200 km weit.*

◀ *Räder ohne Nabe* *würden das Fahrverhalten eines Autos verbessern; es ließe sich leichter lenken, besser federn und abbremsen. Bisher ist jedoch noch kein Mittel gefunden worden, um die Motorkraft zufriedenstellend auf solche Räder zu übertragen.*

Kaum zu glauben

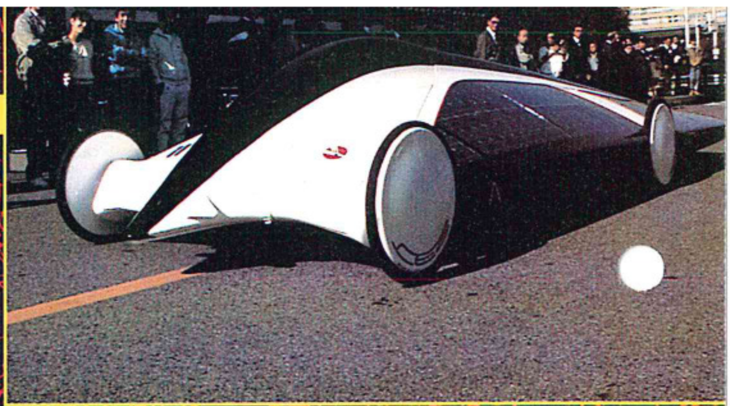
AUF ZURUF

BEI EINEM DER NEUESTEN SUBARU-MODELLE LÄSST SICH SOWOHL DIE HEIZUNG ALS AUCH DIE STEREOANLAGE AUF ZURUF REGULIEREN. DAS GEHEIMNIS: EIN CHIP, DER EINFACHE KOMMANDOS VERSTEHT



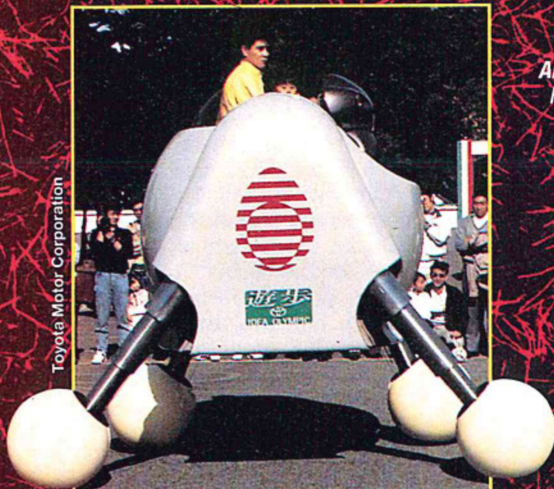
Paul Raymonde





▶ **Alternative Antriebskonzepte** für Fahrzeuge beschäftigen auch die japanische Autoindustrie. TES K3 ist Toyotas Prototyp eines solarbetriebenen Elektrofahrzeugs.

Toyota Motor Corporation



Toyota Motor Corporation

▲ **Bei der Ideen-Olympiade** 1989 in Tokio gewann einer der Mitarbeiter des Automobilkonzerns Toyota mit dieser „Geh-Maschine" die Bronzemedaille.

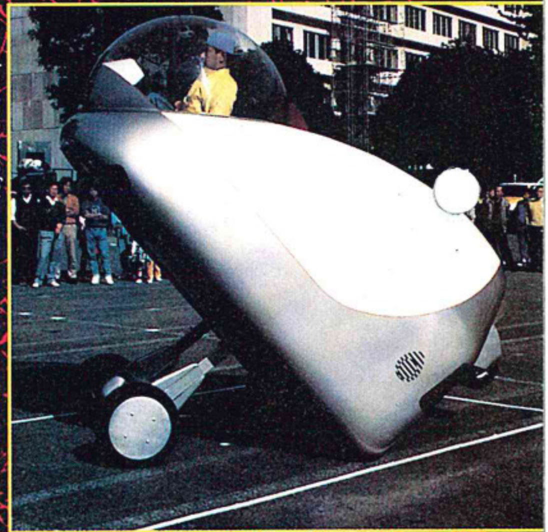


Gamma/Frank Spooner Pictures



Sautelet/Jerrican

◀ **Subarus aerodynamisches Jo-Car** aus dem Jahr 1987 ist die realistische Studie eines möglichen Zukunftsautos – ob auch in der Farbgebung, bleibt fraglich.



Toyota Motor Corporation

▶ **Parkplatzprobleme** hat man mit dem „Rolling Sky Car" nicht, weil das Auto hochkant abgestellt wird. Auf der Ideen-Olympiade in Tokio erhielt es die Silbermedaille.



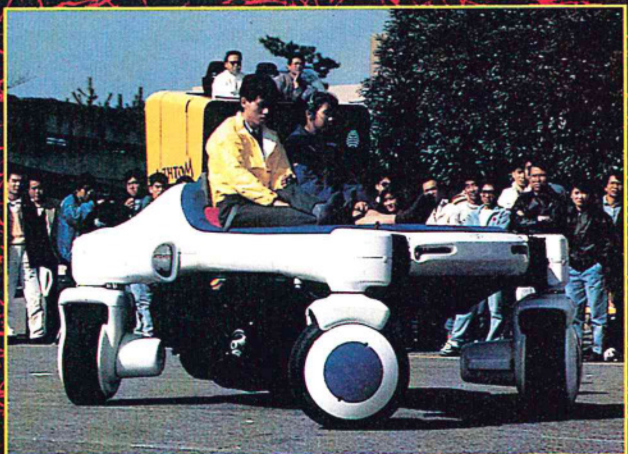
Gontier/Jerrican

◀ **Dieses Stadtauto** der Zukunft bietet eine gute Rundumsicht. Spoiler drücken die Hinterräder bei schneller Fahrt auf die Fahrbahn.

▼ **Wie ein Science-Fiction-Gefährt** wirkt dieses Auto. Ob der eiförmige Einsitzer in Produktion geht, steht noch in den Sternen.



Lerosey/Jerrican



Toyota Motor Corporation

▲ **Die Goldmedaille** der Ideen-Olympiade in Tokio erhielt das „Relax"-Fahrzeug. Da jedes Rad einen eigenen Antrieb hat, läßt es sich hervorragend manövrieren.



MAGNETSCHWEBEBAHNEN

- ELEKTROMAGNETISMUS
- SUPRALEITER
- LINEARE INDUKTION

DIE SCHNELLZÜGE DER ZUKUNFT werden mit 500 km/h dahingleiten, über Schienen, die sie nicht einmal berühren. Magnetische Kräfte halten sie in der Schwebe.

Die Kräfte, die eine Magnetbahn in der Schwebe halten, kann man im kleineren Maßstab auch zu Hause wachrufen. Man braucht nur zwei Magnete. Versucht man, ihre beiden Nordpole zusammenzubringen, spürt man die Abstoßungskräfte zwischen den beiden Polen als deutlichen Widerstand.

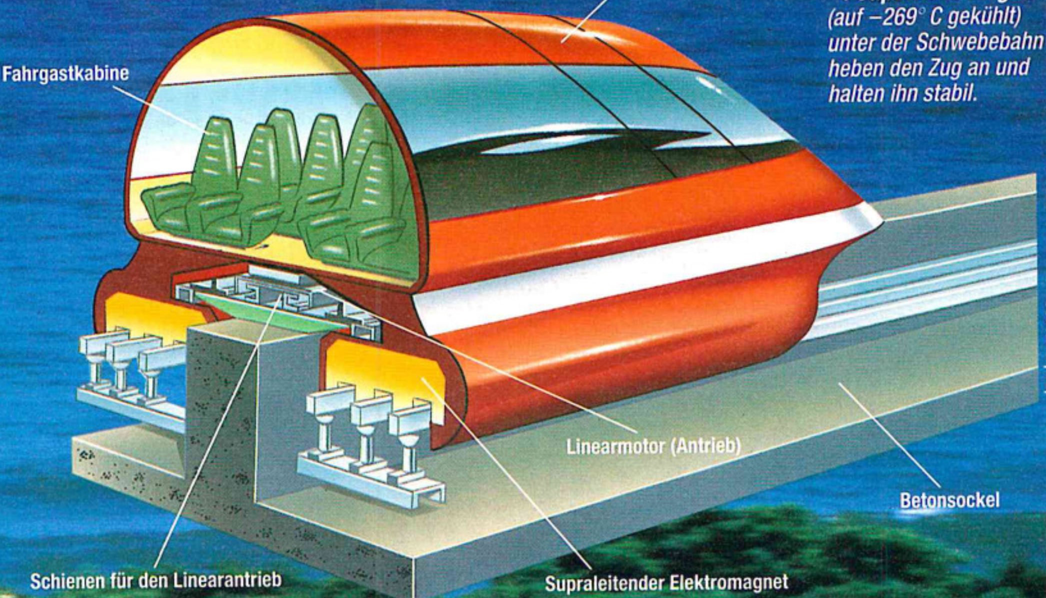
Magnetkräfte sind für die Erfinder neuer Hochgeschwindigkeitsbahnen der Clou, entheben sie ihre Erfindungen doch von jedem materiellen Kontakt mit der Schiene. Die Vorteile: der Teil der Antriebskraft, der bei herkömmlichen Zügen als Reibung der Räder in ihren Lagern und auf den Schienen verlorengeht, kann bei der Magnetbahn in Vorwärtsbewegung umgemünzt werden, und das Magnetfeld federt die Bahn auch gleich wirkungsvoll ab.

Zwei unterschiedliche Methoden wurden bisher angewendet, um einen Schnellzug mit Magnetkraft in die Luft zu heben. Beide funktionieren jedoch nicht mit Dauermagneten, sondern mit Elektromagneten.

In Japan arbeitet man mit supraleitenden Magnetspulen unter dem Zug und konventionellen Spulen im Schienenweg. Wird Strom durch die Spulen im Zug geschickt, baut sich ein magnetisches Feld auf. Bewegt sich der Zug über die Schiene, erzeugt das Feld der Magnete im Zug einen Strom in den Spulen der Schiene, der wiederum ein Magnetfeld aufbaut. Bei Tempo 100 ist es so stark, daß der Zug abhebt. Bis dieses Tempo erreicht ist, läuft der Zug auf Gummirädern.

Die Elektromagnete des Zuges sitzen an beiden Seiten des Chassis und werden mit flüssigem Helium auf minus 269° C gekühlt. Durch diese extrem niedrige Temperatur werden ihre Spu-

Embassy/Japan



◀ ***Superkalte Magnete*** *(auf −269° C gekühlt) unter der Schwebebahn heben den Zug an und halten ihn stabil.*

◀ ***Zwischen Tokio und Osaka*** *soll die erste öffentliche Hochgeschwindigkeitsstrecke für Magnetbahnen gebaut werden. Auf Teststrecken erreichten unbemannte japanische Magnetbahnen bereits ein Tempo von 517 km/h.*

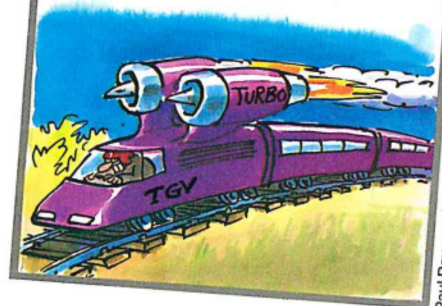



International News Service/Jerrican

◄ ***Windschnittigkeit*** *ist gefragt, wenn es um hohes Tempo geht. Bei Magnetschwebebahnen muß die aerodynamische Form überdies dafür sorgen, daß der Lärm, den der dahinrasende Zug erzeugt, in erträglichen Grenzen bleibt.*

Kaum zu glauben

KONVENTIONELL SCHNELLER?
IM MAI 1990 ERREICHTE FRANKREICHS NEUESTER SCHIENENBLITZ, DER TGV, 515,3 KM/H UND WAR DAMIT FAST SO SCHNELL WIE DIE SCHNELLSTE MAGNETBAHN!



Paul Raymonde

len supraleitend. Anders ausgedrückt: sie bieten elektrischem Strom so gut wie keinen Widerstand. Dadurch entstehen so starke magnetische Kräfte, daß sich der Zug um 10 cm hebt. Dieser Abstand zur Schiene ist in Japan, wo häufig mit Erdbeben zu rechnen ist, ein wichtiger Sicherheitsfaktor. Das Kühlsystem ist allerdings sehr aufwendig. Man braucht allein zwei Megawatt Energie, um einen 150 Tonnen schweren Zug zu heben.

In Deutschland wird seit 1977 ein anderes System entwickelt. Der Transrapid verwendet konventionelle statt supraleitende Magneten. Er schwebt nicht so hoch über der Schiene und kommt deshalb mit nur zwei Dritteln der Energie aus, die der Pfeil aus Fernost zum Schweben braucht. Beim Transrapid ragen die Elektromagneten bis unter die Schienen. Wenn Strom fließt, werden sie von Magneten in den Schienen angezogen und heben den Zug an.

Aber auch der Transrapid hat Schwächen. So liegt sein Energieverbrauch etwa um 43 % zu hoch, wenn man ihn mit dem ICE vergleicht. Die komplizierten Regelsysteme, die die Magnete steuern, sind störanfällig, und da die Magnete unterhalb der Schiene angreifen, ist es nötig, die Trasse auf Stelzen zu bauen.


Birmingham International Airport plc

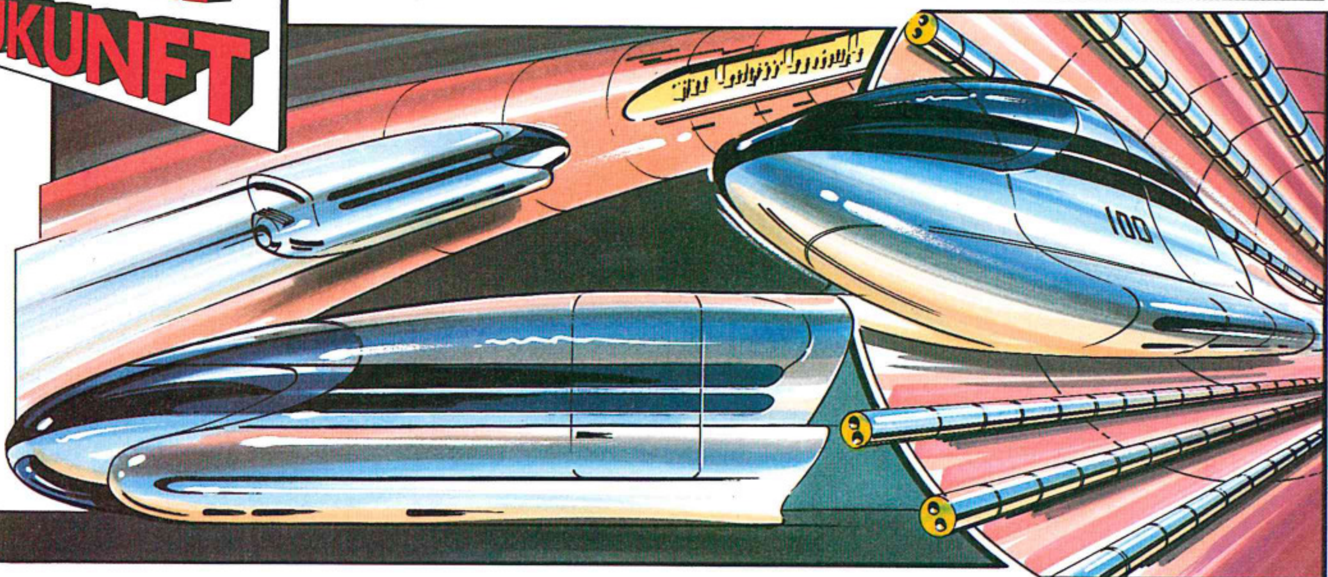
► ***Der Flughafen von Birmingham*** *bietet seinen Fluggästen bereits heute eine Magnetbahnverbindung zum Hauptbahnhof der Stadt.*

Einen Ausweg aus der Klemme könnte eine andere Erfindung weisen: Dauermagnete aus Legierungen wie Neodym-Eisen-Bor, die zehnmal stärker sind als herkömmliche Eisenmagnete und den Zug ohne den Verbrauch elektrischer Energie lüpfen können. „Braunschweig 2" heißt die Bahn, die auf diese Supermagnete baut. Sie existiert nur als Modell, aber eines ist jetzt schon klar: Sie könnte ebenerdig fahren.

Ein Antrieb ist bislang für „Braunschweig 2" noch nicht erprobt. Die japanische Magnetbahn und der Transrapid werden elektrisch von Linear-Induktions-Motoren angetrieben. Diese Motoren erzeugen wandernde Magnetfelder, die den Zug beschleunigen oder auch abbremsen können. Ob man auch bei dieser Technik die Super-Dauermagnete nutzen kann, wird die Zukunft zeigen.

BLICK IN DIE ZUKUNFT

AB IN DEN UNTERGRUND



Joe Lawrence

▲ *Wenn sich die Lärmbelästigung, die von einer Magnetbahn ausgeht, nicht eindämmen läßt, könnte man sie vielleicht in den Untergrund verlegen.*

▲ *Voraussetzung wäre allerdings, daß man Techniken erfindet, mit denen sich heute noch zu teure Tunnelprojekte kostengünstiger realisieren lassen.*

▲ *Ein weiterer Vorteil der Röhre: Man könnte die Luft aus ihr weitgehend absaugen und so den Fahrtwiderstand des Superzuges noch weiter verringern.*

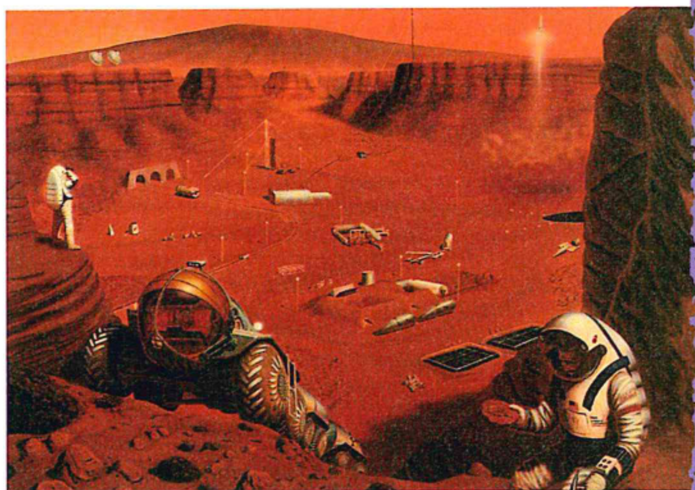
● RAUMSTATIONEN ● MARSFLÜGE ● SPESENRITTER IM ALL

Julian Baum

DER NÄCHSTE SCHRITT

TICKET ZUM MARS ZU VERKAUFEN! Kostenpunkt: 500 Milliarden Dollar! Vorerst. Denn inflationsbedingte Teuerungen, zu denen es sicher bis zur Fertigstellung des Raumschiffs in einigen Jahren kommt, sind bei diesem Super-Sparpreis selbstverständlich nicht berücksichtigt.

▲ ***Eine Marskolonie** zu errichten ist aufwendig. Selbst wenn man sich mit einer bescheidenen Ausrüstung zufrieden gäbe, wie man sie von Stationen am Südpol kennt – die Transportkosten sind riesig. Um luxuriöser zu leben, in Wohntunneln etwa (rechts), braucht man schwereres Baugerät – oder soviel Zeit, daß man zum Rundflug oder zur Suche nach Versteinerungen keine Gelegenheit hätte.*



Pat Rawlings

Das Jahr 1998 ist, was den Mars angeht, ein besonderes Jahr. Zu diesem Zeitpunkt ergibt sich ein günstiges Startfenster zu unserem Nachbarplaneten, das heißt: Im Jahre 1998 stehen Erde und Mars so zueinander, daß ein Raumschiff, das die Erde verläßt, automatisch zum Mars gelangt, wenn man es auf eine elliptische Bahn um die Sonne bringt. Rußland und Frankreich wollen bis dahin das nächste Marsprojekt starten. Mit einem Forschungsballon soll die Schattenseite des roten Planeten, ein bisher noch vollkommen unbekanntes Gebiet, untersucht werden. An einen bemannten Flug zum Mars ist dabei allerdings noch nicht zu denken.

„Wo liegt das Problem?" möchte man fragen. „Marslandungen sind doch ein alter Hut. Das gelang doch schon vor fast 20 Jahren mit den Viking-Sonden." Aber weit gefehlt! Ein bemannter Ausflug zu unserem „Nachbarn eine Tür weiter" ist schon etwas ganz anderes, als ihm mal eben „Päckchen" in Form von Forschungssonden zu schicken.

Dennoch, es gibt Menschen, die sich offenbar gerne mit solchen Problemen herumschlagen. Sie haben sich schon die Mühe gemacht, mit der gebührlichen Sorgfalt über die große Marsmission der Menschheit nachzudenken.

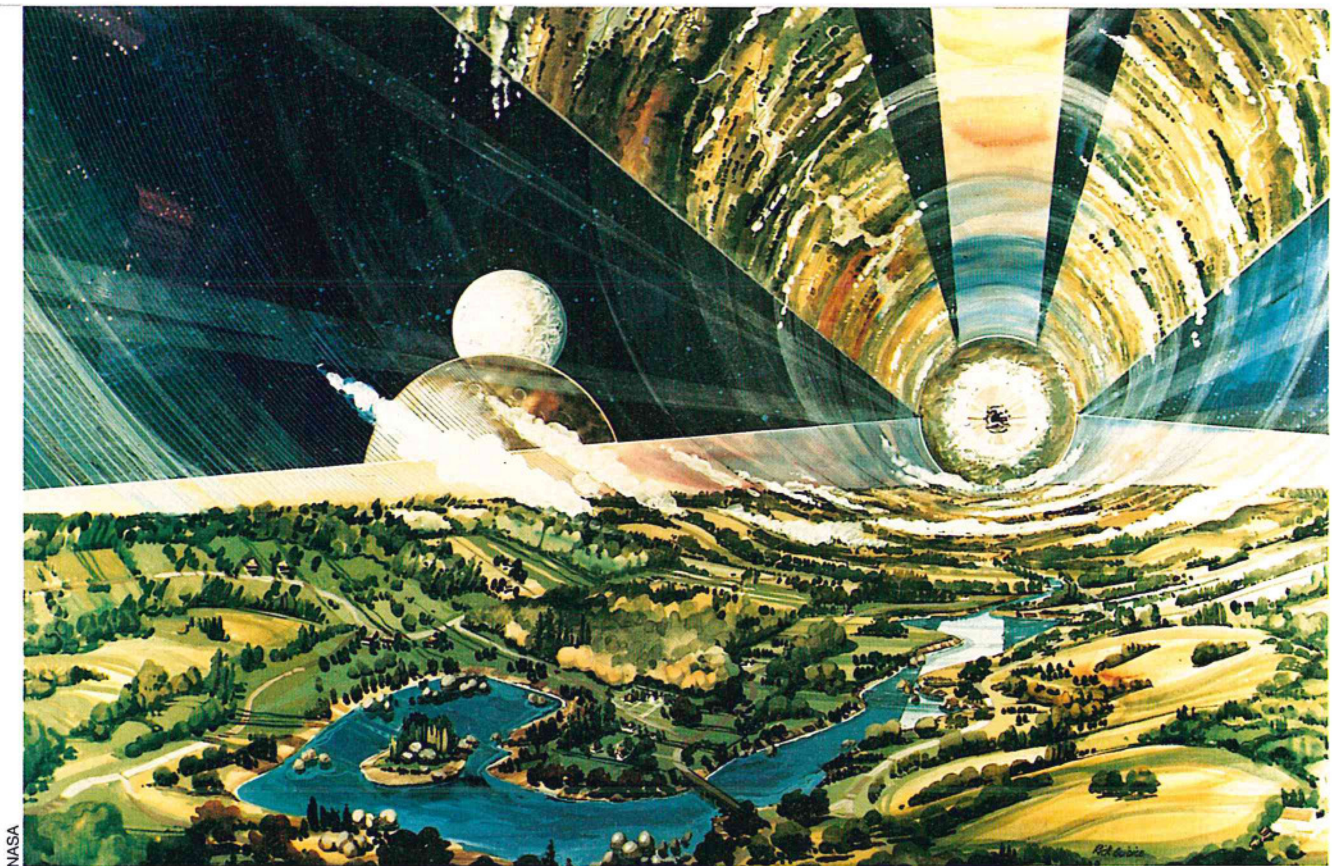
Weite Wege

Herausgekommen ist bei all diesen Überlegungen vor allem eines: Der nächste Schritt, den ein Mensch in den Weltraum hinaus unternehmen kann, erfordert einen ungleich höheren Aufwand, als sein erster. Das Betreten des Mondes ist verglichen mit der Marsmission wahrlich ein Kinderspiel.

Das wohl größte Problem der Marsmission ist, daß ein Mensch, der auf dem roten Planeten landet, anders als die Viking-Sonden nach einiger Zeit Heimweh bekommt. Er möchte nach Hause – nicht nur telefonieren, sondern reisen. Sonst geht ihm nämlich irgendwann die Puste aus. Und dieser Rückflug, der macht die ganze Sache kompliziert.

Man kann sich die Schwierigkeiten besser vorstellen, wenn man das Problem zunächst einmal aufs Wesentliche reduziert. Stellen wir uns vor, wir könnten den Weg zum Mars zu Fuß zurücklegen, und er führte uns nicht durch das Weltall, sondern durch eine Wüste. Dann wären wir jetzt technisch gerade soweit, daß wir die Wüste zum Mars in einer Richtung durchqueren könnten. Für den




NASA

▲ ***Eine künstliche Welt*** *in einer Röhre ins All gebaut. Sie rotiert um ihre Längsachse, damit Schwerkraft herrscht, und pendelt zwischen Mars und Erde. Ein toller Plan, doch Tonnen Gestein, Wasser und Humus ins All zu bringen, ist heute noch reine Science-fiction.*

Rückweg reicht es noch nicht, denn für ihn können wir noch nicht genügend „Treibstoff" mitnehmen. Treibstoff, das bedeutet für unseren Wanderer durch die Wüste: Trinkwasser. Er kann also gerade soviel Wasser tragen, wie er für die einfache Wüstendurchquerung braucht. Schleppt er mehr, bricht er unweigerlich unter der Last zusammen.

Leider ist es so, daß am anderen Ende der Wüste keine „Tankstelle", sprich Trinkwasserquelle, aufzutreiben ist. Was müßte also derjenige tun, der die Wüste durchqueren und dann wieder zurückkehren will? Seine Anstrengungen verdoppeln? Schön wär's, doch der doppelte Aufwand genügt nicht.

Doppelter Aufwand, das hieße: Zwei Wanderer machen sich auf den Weg. Sie könnten gemeinsam ein Drittel der einfachen Strecke zurücklegen. Zu diesem Zeitpunkt haben beide ein Drittel ihrer Trinkwasservorräte aufgebraucht. Einer könnte dem anderen also ein Drittel seines Trinkwassers abgeben und behielte selbst genug, um von diesem Punkt aus an den Start der Reise zurückzukehren. Der zweite hätte jetzt zwar wieder randvolle Kanister, aber käme damit gerade einmal ganz durch die Wüste und ein Drittel des Weges zurück.

Man kann sich gerne selbst ausrechnen, wie viele Wasserträger mindestens nötig wären, damit einer die Wüstenstrecke in beide Richtungen zurücklegen könnte und keiner bei dieser Aktion verdurstet. Das Prinzip dürfte aber jetzt schon klar sein, und es dürfte nicht mehr allzu sehr verwundern, daß keiner der bisher entworfenen Pläne für den bemannten Flug zum roten Planeten mit nur zwei Raketen auskommt.

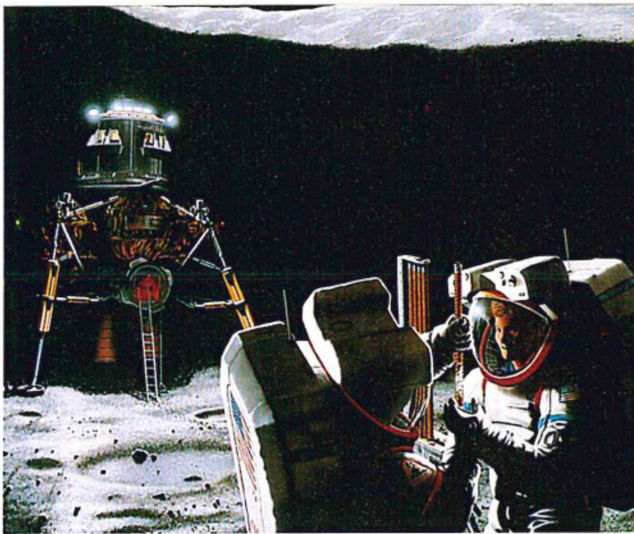
Wasser für die Wüste

Es gibt verschiedene Lösungsansätze, wie man den bemannten Flug zum Mars realisieren könnte, aber alle haben das grundsätzliche Problem zu meistern: „Wie bringt man genügend Wasser in die Wüste?" Da gibt es Pläne, die schier abenteuerlich klingen. Man könnte mit Raketen zunächst Raumschiffe in Einzelteilen in die Erdumlaufbahn schicken. Dort würden die Module zusammengesetzt und mit der Marsmannschaft besetzt, um anschließend ihre Reise zum Mars anzutreten. Um aber überhaupt all das, was man zur Reisevorbereitung bräuchte, in die Erdumlaufbahn zu schicken, wären acht HLLV-Raketen fällig (HLLV steht für „Heavy-Lift Launch Vehicle", auf deutsch: Schwertransportrakete). Davon, daß sie schon einen Namen haben, sollte man sich aber nicht beeindrucken lassen. Diese Raketen existieren bislang nur in den Köpfen einiger marsflugbegeisterter Forscher. Immerhin – technisch machbar wäre die Sache wahrscheinlich.

Eine andere Idee geht von der Vorstellung aus, daß man zwischen Erde und Mars einen regelrechten Fährverkehr einrichtet. Die dazu nötigen Fähren, im NASA-Slang Visitor-Raumschiffe gerufen, würden zwischen Erde und Mars pendeln, auf einer ähnlichen Bahn, wie einige Planetoiden sie „freiwillig" beschreiben. In Erdnähe könnte man sie mit Treibstoff, Lebensmitteln und Ausrüstungsgegenständen für die Expedition beladen, in Marsnähe könnte man dann den Absprung wagen. Größter Schwach-


NASA

▶ ***Mit Skylab*** *machten die USA Erfahrungen, wie sich ein langer Weltraumaufenthalt auf Astronauten auswirkt. Die dritte Besatzung war bereits nach sechs Wochen im All unzufrieden mit ihrer Lage: Sie trat in den Streik. Wie man Marsflieger zwei Jahre bei Laune hält, ist ungeklärt.*



◀ ***Probebohrungen*** *auf dem Mond könnten uns Gewißheit geben, ob dort Wasser in Form von unterirdisch gefangenem Eis vorhanden ist. Sollten die Bohrungen erfolgreich sein, wäre das ein Grund, den Außenposten im All auf dem Mond zu errichten, statt das viel teurere Wagnis einer Marsmission einzugehen.*

punkt dieser eleganten Lösung: Die NASA hat bislang kaum Erfahrungen im Bau von Raumstationen, die als Vorbild für die Fähren dienen könnten.

Mindestens eine funktionierende Raumstation im Orbit wäre in jedem Fall von Vorteil, wenn man sich an die Marsmission machen will. Schließlich will man die Raumfahrer, die vom Mars zurückkehren, gerne ein Weilchen bei Kost und Logis in Quarantäne halten, bevor man sie auf die Erde zurückläßt. Zwar ist die Meinung, daß es auf dem Mars keinerlei Leben gibt, weit verbreitet. Sie kann aber durchaus falsch sein, stützt sie sich doch auf nicht viel mehr als auf Bodenproben an zwei Punkten des Planeten.

Was wäre, wenn es in 10 m Tiefe im Marsboden Leben gäbe? Hätten die Vikingsonden es entdeckt? Es könnte sich um Viren handeln, Überreste eines längst vergangenen Lebens auf dem Mars, die nur ein paar hunderttausend Jahre schlummerten. Wer will sowas schon gerne auf die Erde einschleppen!

Mit dem Vorposten im Erdorbit sieht es derzeit aber nicht so gut aus. Die amerikanisch-russisch-europäisch-japanische Raumstation „Alpha" braucht wohl noch ein paar Jährchen, bis sie „oben ist" – wohl zu viele Jährchen. Und „Mir" hält leider nicht mehr lange genug...

Überhaupt scheint Rußland im Augenblick ein Stückchen näher am Mars zu liegen. Die eigentlich schon für 1994 angesetzte Marsmission wird 1996 gestartet. Zwei Phobos-Sonden sollen auf dem Mars landen. Und es wird zur Zeit fieberhaft an einem Marsmobil gearbeitet, das so bald wie möglich zum Einsatz kommen soll.

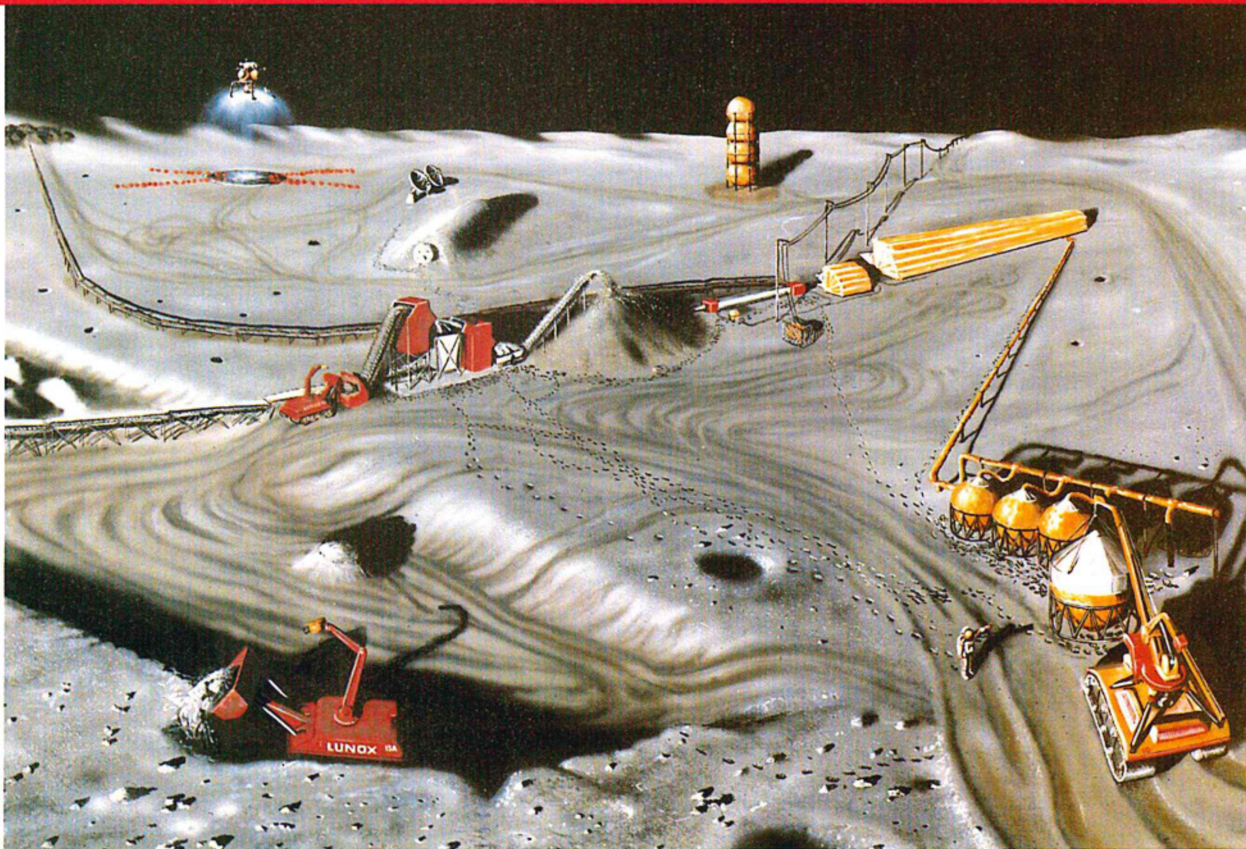
Könnte Rußland seinen Mars-Eifer im selben Tempo weiterentwickeln, dann wäre damit zu rechnen, daß bis zum Jahr 2015 der erste Mensch auf dem Mars steht. Doch ob dies gelingt, wird nicht im Weltraum entschieden. Ehrgeizige Raumfahrtpläne kosten viel Arbeitskraft, oder anders ausgedrückt: Geld. Für den Flug zum Mars könnte durchaus eine solche Summe nötig sein, wie sie ein ganzer Staat von der Größe Griechenlands in zwölf Jahren erwirtschaftet. Ob Rußland und die anderen Weltraumfahrer-Nationen in der Lage sein werden, diese Summen in Zukunft aufzubringen, ist mehr als fraglich.

Verschleuderte Milliarden

Unabhängig davon, wer das Ticket zum Mars bezahlt, in jedem Fall stellt sich die Frage, ob eine solche Spritztour ihr Geld überhaupt wert ist. Um nichts weiter als ein paar Fußstapfen und eine im staubigen Marswind flatternde Fahne zu hinterlassen, ist die Reise zu teuer.

Aus diesem Grund pokern die Leiter von Forschungsinstituten, die gerne die Aufträge von der NASA hätten, gerne hoch:Selbstverständlich soll es sich bei der Mission Mars letztlich nicht um einen isolierten Ausflug handeln. Vielmehr soll unverzüglich damit begonnen werden, auf dem Mars eine bewohnte Kolonie

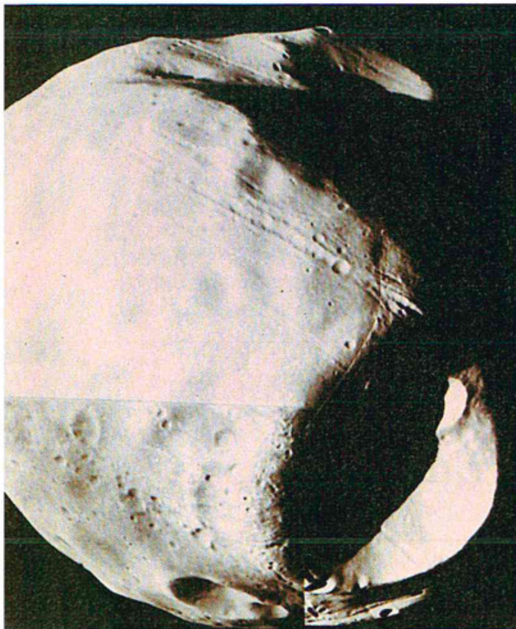
BULLDOZER AUF DEM MOND



Die Hoffnung, *eine ständig bewohnte Mondstation einzurichten, hat die NASA keineswegs begraben. Sauerstoff findet sich auf dem Mond in gebundener Form im Gestein. Man könnte ihn auf chemischem Wege aus dem Boden herauslösen und auf diese Weise versuchen, die Sauerstoffversorgung der Mondbevölkerung unabhängig von der Erde sicherzustellen.*

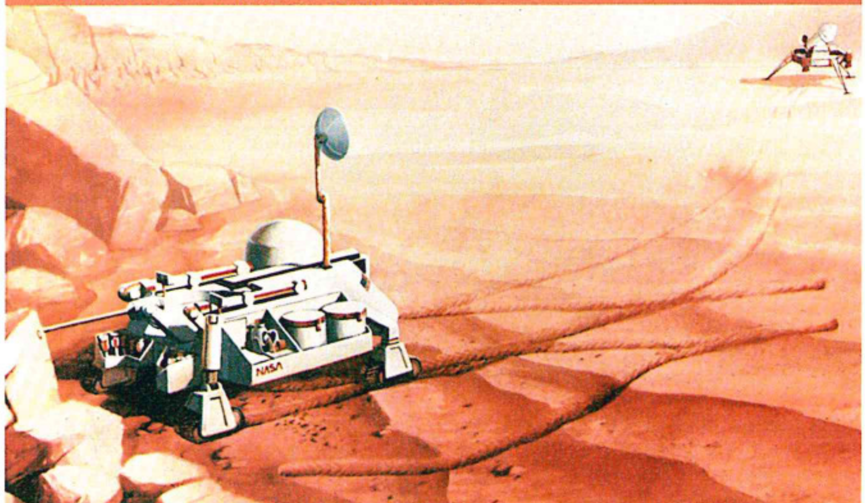


▼ ***Phobos,*** *der größere der beiden Marsmonde, mißt lediglich 22 mal 18 km. Er könnte für Marsmissionen so etwas wie ein erster Anlaufpunkt im Orbit des roten Planeten sein.*



JPL

REIFENSPUREN AUF DEM MARS



NASA

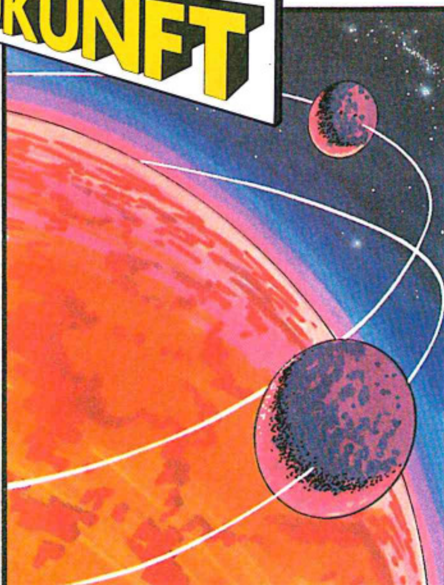
Bevor der erste Mensch seinen Fuß auf den Mars setzt, werden bereits die ersten Autos auf unserem Nachbarplaneten unterwegs sein. In Ost und West gehen die Wissenschaftler, die sich mit der Marsmission befassen, davon aus, daß man den roten Planeten zunächst einmal gründlich erkunden muß – am besten mit ferngelenkten Fahrzeugen. Durch ihren größeren Aktionsradius sind sie besser als unbewegliche Sonden geeignet, Bodenproben von möglichst vielen verschiedenen Orten des Himmelskörpers zu sammeln. So ließe sich auch klären, ob die Viking-Sonden nur deswegen keine Spur von Leben auf dem Mars entdeckten, weil ihre Bremstriebwerke beim Aufsetzen im roten Marssand alle organischen Substanzen im näheren Umkreis verglühten. Während Rußland auf sein Marsmobil setzt, haben die USA ihren Mars-Rover „Robby" bereits auf die Teststrecke geschickt. Das sechsrädrige, 1,5 Millionen DM teure Fahrzeug ging in einem steinigen Flußbett in Kalifornien auf Probefahrt.

einzurichten. Mit anderen Worten: Man will nicht nur „Wasser durch die Wüste schleppen", sondern komplette Lebenserhaltungssysteme und alles, was man so zum Wohlfühlen braucht. Nur das, was man an Ort und Stelle herstellen kann, muß man nicht zum Mars transportieren. Und das dürfte zunächst erbärmlich wenig sein.

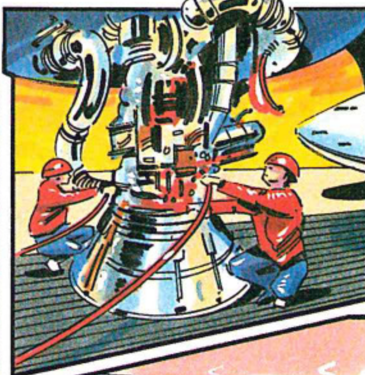
So werden künftige Kolonisatoren ihr äußerst karges Leben auf dem Mars wohl eine ganze Weile lang auf Kosten der Erde fristen müssen. Ob aber die Marsbevölkerung je in der Lage sein wird, der Menschheit zurückzuzahlen, was sie an Geldern für den Start bekommt, ist mehr als fraglich. Wäre der Mars ein möglicher Rohstofflieferant? Vielleicht, wenn man wüßte, wie man Massengut preisgünstig durchs All transportiert. Kann auf dem Mars irgendetwas hergestellt werden, was sich auf der Erde nicht produzieren läßt? Wohl kaum. Kann der Mars das Rettungsboot für eine Menschheit sein, die im Begriff ist, ihren Heimatplaneten unbewohnbar zu machen? Auch das ist fraglich, würden die Menschen doch all die Probleme, die eben menschlich sind, auf den Mars mitnehmen.

BLICK IN DIE ZUKUNFT

ZWERGMONDE



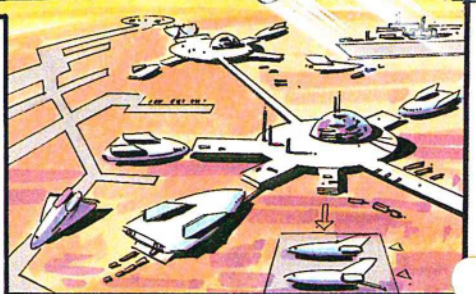
▲ *Die beiden Marsmonde Phobos und Deimos sind ausgesprochene Zwerge. Man nimmt an, daß es sich um vom Mars eingefangene Planetoiden handelt.*





▲ *Wenn es gelänge, auf ihnen eine Kolonie zu errichten, könnte man mit demselben Know-how auch auf anderen Planetoiden Stützpunkte errichten.*





▲ *Auf ihren Bahnen, die sie in die Weite des Sonnensystems hinausführen, wären Planetoiden hervorragende Plattformen für Expeditionen zu den Jupitermonden.*



● KERNFUSION ● LICHTJAHRE ÜBERBRÜCKEN ● PROXIMA CENTAURI

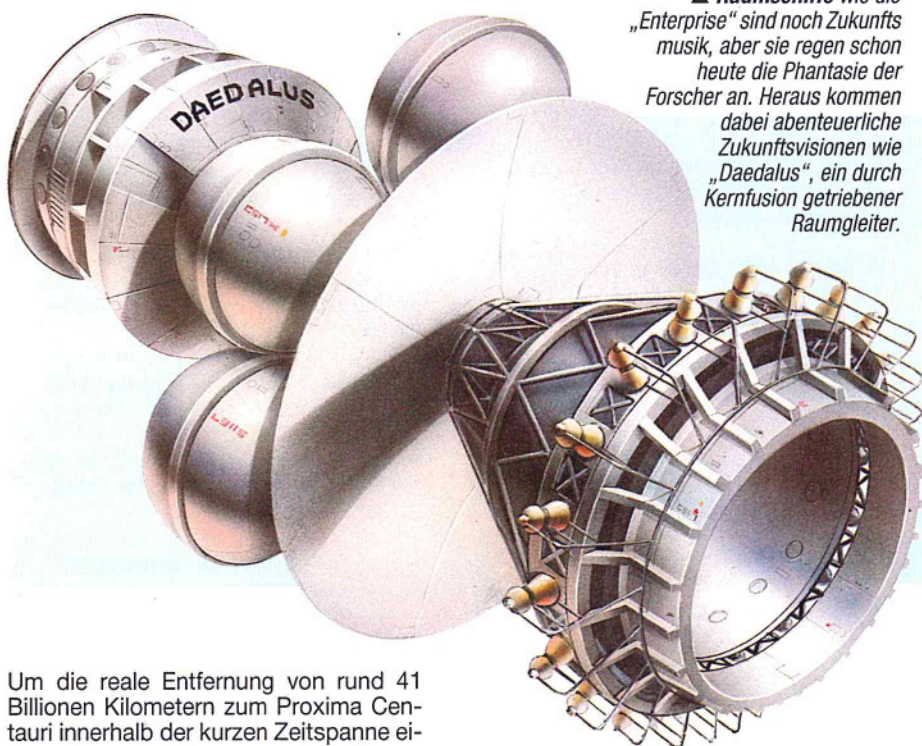


HYPERSCHNELL

MIT LICHTGESCHWINDIGKEIT durchs All sausen – für das Raumschiff Enterprise kein Problem. Doch die Realität sieht etwas anders aus.

Die Booster werden immer schubstärker, Voyager 2 ist bereits auf dem Weg, unser Sonnensystem zu verlassen. Wann also ist es soweit, daß der Start zum nächsten Stern, der Zwergsonne Proxima Centauri, erfolgt?

Sicher noch eine ganze Weile, denn selbst dieser „nur" 4,3 Lichtjahre entfernte Nachbar ist für irdische Begriffe immer noch fast unvorstellbar weit weg. Würde man die Sonne auf die Größe eines Balls von 14 cm Durchmesser schrumpfen, kreiste die Erde in diesem Maßstab als 1,3 mm großes Pfefferkorn in einem Abstand von 15 m um den Sonnenball. Aber selbst bei diesem Miniaturmaßstab wäre es von unserer Sonne bis Proxima Centauri immer noch rund 4000 km weit.



▲ ***Raumschiffe** wie die „Enterprise" sind noch Zukunftsmusik, aber sie regen schon heute die Phantasie der Forscher an. Heraus kommen dabei abenteuerliche Zukunftsvisionen wie „Daedalus", ein durch Kernfusion getriebener Raumgleiter.*

Courtesy of Paramount Pictures Corporation

Kaum zu glauben

BESUCH BEI DEN NACHBARN

SELBST BEI HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT BRÄUCHTE EIN SHUTTLE 160 000 JAHRE, UM DEN NÄCHSTEN STERN ZU ERREICHEN.



Paul Raymonde

Um die reale Entfernung von rund 41 Billionen Kilometern zum Proxima Centauri innerhalb der kurzen Zeitspanne eines Menschenlebens zurückzulegen, bräuchte man ein Raumschiff, das mindestens 12 % der Lichtgeschwindigkeit erreicht, das heißt rund 33 000 km/s. Die schnellste Geschwindigkeit flog bisher die Rakete, die Pioneer 10 beförderte: „schlappe" 14,356 km/s, also nicht einmal ein Zweitausendstel des Tempos.

Selbst wenn es gelänge, den schnellsten Antrieb zu realisieren, den man sich heute überhaupt vorstellen kann, wäre man noch weit von der erforderlichen Geschwindigkeit entfernt. Auf immerhin rund 2000 km/s bringen es Protonen und Elektronen, die bei der Kernverschmelzung in der Sonne freigesetzt werden. Diese schnelle Korpuskularstrahlung ist gemeinhin als Sonnenwind bekannt. Doch wie man die Kernfusion beherrschen kann, weiß heute kein Mensch.

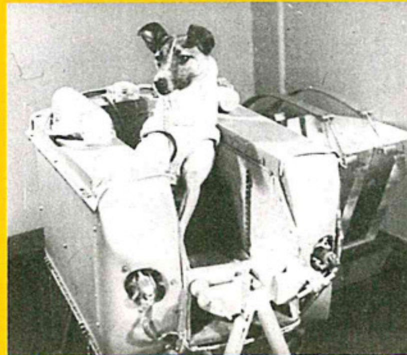
Wie es aussieht, wird man also auf ein Raumschiff, das die gewaltige Strecke zum Proxima Centauri meistern kann, noch etwas warten müssen.

Einen schwachen Trost für die reiselustige Menschheit gibt es dennoch. Vor einigen Jahren machten Astronomen eine erstaunliche Entdeckung: Eine rote Zwergsonne namens Gliese Nr. 710 ist auf dem Weg zu unserem Sonnensystem. Sie wird unsere Sonne in 650 000 Jahren mit nur etwa einem Lichtjahr Abstand passieren. Vielleicht gelingt es der Menschheit dann, einem fremden Stern einen Besuch abzustatten.

4. Oktober 1957: Der erste künstliche Satellit (Sputnik 1) wird von der UdSSR gestartet und umkreist 92 Tage die Erde.

3. November 1957: Das erste Lebewesen, die Hündin Laika, wird an Bord der Sputnik 2 in eine Erdumlaufbahn gebracht.



Laika, *das erste Lebewesen auf einer Erdumlaufbahn (1957)*

13. September 1959: Die sowjetische Mondsonde Luna 2 trifft als erste Forschungssonde auf den Mond.

12. April 1961: Juri Gagarin aus der UdSSR umkreist als erster Mensch im All mit Wostock 1 die Erde.

5. Mai 1961: Alan Shepard fliegt als erster Amerikaner ins All, 184 km hoch bis an den Rand der Atmosphäre.

6. August 1961: Der sowjetische Kosmonaut German Titow umkreist einen ganzen Tag lang die Erde (17 Umrundungen).

16. Juni 1963: Mit Valentina Tereschkowa aus der UdSSR startet die erste Frau ins All.



Juri Gagarin, *erster Mensch im All (1961)*

12. Oktober 1964: Die erste Raummannschaft, bestehend aus drei Mitgliedern, umkreist in der sowjetischen Raumkapsel Woschod 1 die Erde.

18. März 1965: Der sowjetische Kosmonaut Alexej Leonow wagt von Woschod 2 aus den ersten Raumspaziergang.

14. Juli 1965: Die US-Sonde Mariner 4 funkt die ersten Fotos vom Mars auf die Erde und beweist damit die Existenz von Kratern auf der Marsoberfläche.



John Glenn *fliegt als erster Amerikaner in die Erdumlaufbahn (1962)*

3. Februar 1966: Luna 2 funkt die ersten Bilder von der Mondoberfläche zur Erde.

16. März 1966: Zum ersten Mal werden zwei Flugkörper im Weltall aneinandergekoppelt (Gemini und ein Zielsatellit).

23. April 1967: Der sowjetische Kosmonaut Wladimir Komarow verunglückt bei der Rückkehr von Sojus 1, weil der Landefallschirm versagt.

21. Dezember 1968: Erster bemannter Raumflug auf der Mondumlaufbahn mit Apollo 8. Zehn Mondumrundungen.

21. Juli 1969: Erste Mondlandung eines bemannten Raumfahrzeugs (Apollo 11). Neil Armstrong und Edwin Aldrin betreten als erste Menschen den Mond.

15. Dezember 1970: Die sowjetische Venussonde Venera 7 landet auf der Venus.

5. April 1973: Start von Pioneer 11, der auf seiner Flugbahn Bilder vom Jupiter und Saturn zur Erde sendet.

14. Mai 1973: Start der amerikanischen Raumstation Skylab.

3. November 1973: Mariner 10, die erste Doppelplanetensonde, wird gestartet. Sie sendet im Februar 1974 Bilder von den dichten Wolken der Venus und im Winter 1974/75 von Merkurkratern zur Erde.

15. Juli 1975: Das erste gemeinsame Raumfahrtunternehmen der Sowjetunion und den USA findet statt. Die Raumschiffe Sojus und Apollo werden miteinander verbunden. Gegenseitige Besuche finden statt.

20. Juli 1976: Viking 1 landet auf dem Mars und sendet Bilder von der Marsoberfläche zur Erde.

28. August 1977: Voyager 2 startet ins All, um die äußeren Planeten zu erforschen.

5. September 1977: Voyager 1 startet und fliegt bis zum Saturn.

12. April 1981: Die Astronauten Young und Crippen starten mit der Columbia zum ersten Testflug mit einer wiederverwendbaren Raumfähre (Space Shuttle).

28. Januar 1986: Die Raumfähre Columbia explodiert kurz nach dem Start. Alle sieben Besatzungsmitglieder finden den Tod.

20. Februar 1986: Start der sowjetischen Raumstation Mir. Sie erfüllt ihre Forschungsaufgaben noch heute.

13. März 1986: Die europäische Raumsonde Giotto fliegt dicht an den Halleyschen Kometen heran.

21. Dezember 1987 Die Kosmonauten Wladimir Titov und Musa Manorov bleiben ein ganzes Jahr im All.



John Young und Robert Crippen *bereiten sich auf den ersten Flug in einer Raumfähre vor (1981)*

29. September 1988: Die Flüge der amerikanischen Raumfähren werden wieder aufgenommen. Als erste startet die Raumfähre Discovery. Es ist ihr siebter Start.

15. November 1988: Erster unbemannter Flug der sowjetischen Raumfähre Buran.

18. Oktober 1989: Die Weltraumsonde Galileo startet zum Jupiter.

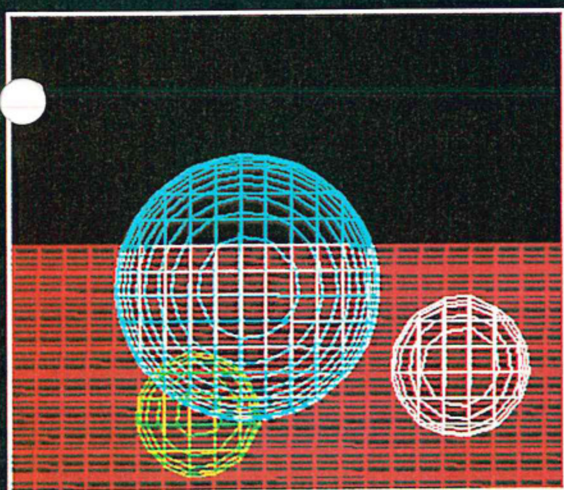


Die europäische Raumsonde *Giotto auf dem Weg zum Halleyschen Kometen.*

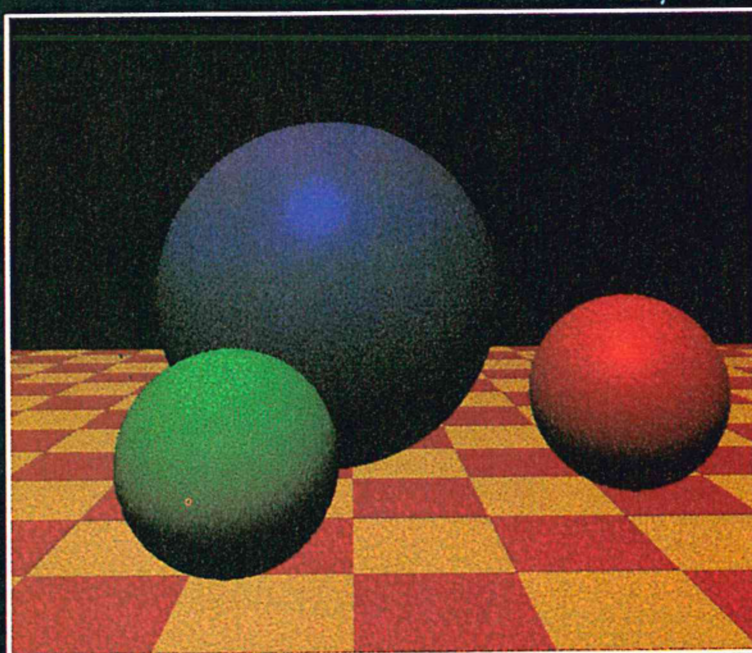
4. Mai 1989: Die Raumsonde Magellan erreicht am 29. August 1990 die Venus und tastet deren Oberfläche mit Radar ab.

24. August 1994: Die Raumsonde Galileo sendet Bilder vom Einschlag des Kometen Shoemaker-Levy 9 auf dem Jupiter.

16. März 1995: Als erster Amerikaner besucht Norman Thagard die russische Raumstation Mir, um an Bord medizinische Experimente durchzuführen.



BILDER AUS ZAHLEN

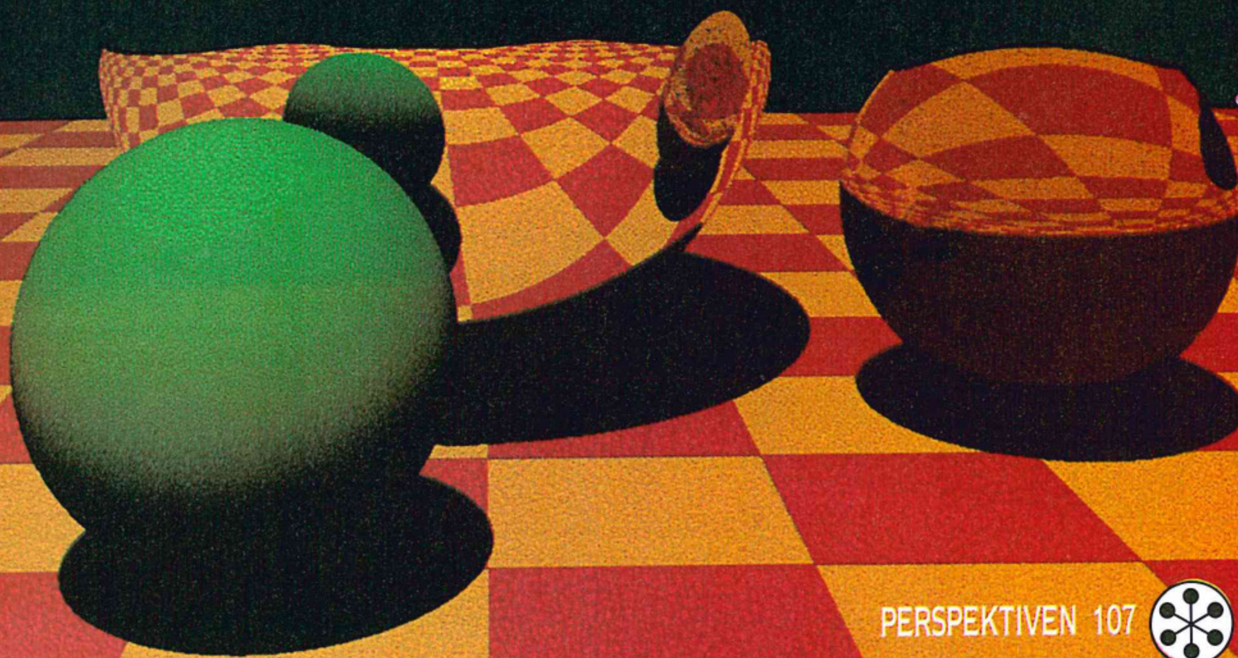


WIE IN EINER TRAUMWELT entstehen Formen aus dem Nichts, lösen sich wieder auf oder verwandeln sich auf rätselhafte Weise. Doch diese Formen stammen aus keinem Traum: Es sind Bilder eines Künstlers von morgen.

Die Künstler, die es sich zum Ziel gesetzt haben, die Kunst der Zukunft hervorzubringen, stehen noch ganz am Anfang ihres Schaffens. Aber sie haben schon einen Namen für ihre Werke. „Skulpturen" nennen sie sie. Es sind dreidimensionale Formen, aber im Gegensatz zu den Skulpturen eines Bildhauers kann man diese nicht anfassen. Sie existieren nur als Zahlen, gespeichert in den Chips von Computern.

***Computerbilder** können als Drahtmodelle (oben links) oder mit Flächen (links) dargestellt werden, die sich mit Schatten- und Spiegelungen versehen lassen (unten).*

William Latham/IBM UK SC





COMPUTER-MALEREI

Bilder entwerfen und verändern ist im Computerzeitalter reine Mathematik. Der Computer speichert Bilder als lange Zahlenfolgen ab. Je nach der Auflösung des Monitors besteht das Bild aus einer bestimmten Anzahl Punkte, im Computerchinesisch Pixel genannt. Ein Bild aus 400 Zeilen und 640 Spalten etwa umfaßt 256 000 Pixel.
Jedes Pixel kann monochrom in mehreren Helligkeitswerten (Graustufen) dargestellt werden – z. B. von 0 (schwarz) bis 15 (weiß). Will man den Kontrast eines Bildes verstärken, kann man dem Computer befehlen, die dunklen Pixel (sagen wir Grad 1 bis 4) abzudunkeln, die hellen Pixel (von 11 bis 14) aufzuhellen. In einem Farbbild kann jeder Rasterpunkt entsprechend eine von mehreren Farbtönungen haben, die ebenfalls durch Zahlen symbolisiert sind. Auch diese lassen sich dann durch einfache Werteverschiebung verändern.

Quantel

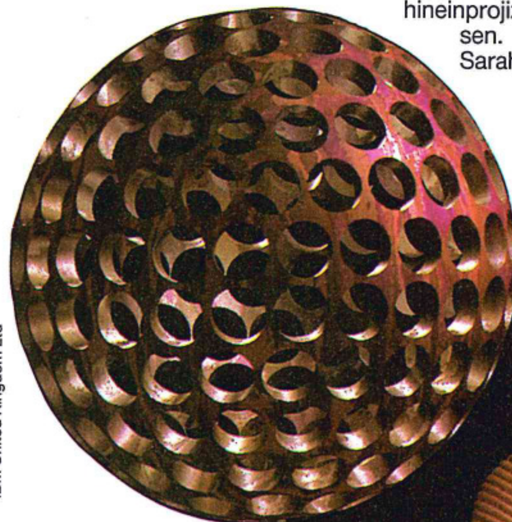


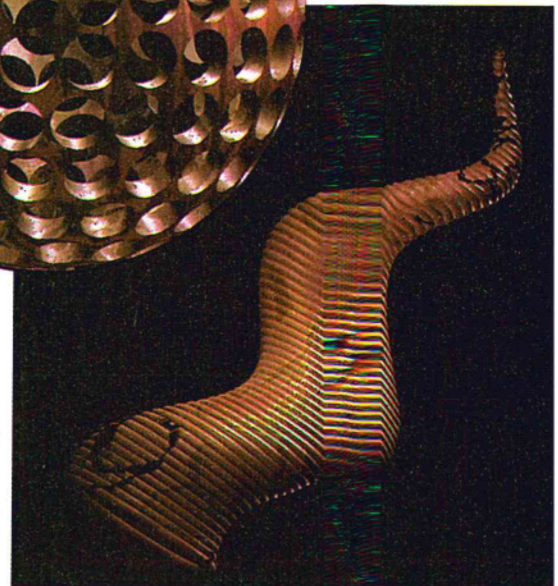




Jerome Yeats/SPL

Oft handelt es sich um Formen, die durch wiederholte Anwendung einer kleinen Zahl von mathematischen Formeln auf ein Grundmuster entstehen. Solche Skulpturen entwirft etwa William Latham. Der Computerhersteller IBM hatte ihn kürzlich eingeladen, mit IBM-Geräten und Programmen zu arbeiten, um eine bunte Vielfalt solcher Skulpturen am Bildschirm hervorzubringen.
Eines der Grundmuster, mit denen Latham spielt, nennt er „Branch", Zweig. Er entwickelt eine einfache Grundform und läßt sie vom Computer sternförmig um einen Ausgangspunkt herum anordnen.
Ein anderes Grundmuster nennt er „Horn". Auch hier kopiert der Rechner das Muster und verzerrt es, von Kopie zu Kopie immer mehr. . . Das Ergebnis kann einem Widderhorn ähneln, häufig ist es ein viel komplizierteres und doch realistisch wirkendes Gebilde.
Der Künstler beginnt seine Arbeit, indem er auf dem Bildschirm mit einem Drahtgitter-Modell experimentiert, eine Vorstufe zur späteren Skulptur. Alle Eckpunkte der Skulptur sind bereits definiert und durch Linien verbunden, die Flächen jedoch noch nicht ausgestaltet.





▶ ***Kein Foto,*** *sondern ein realistisches, aber rein synthetisches Computerbild. Die Kugel existiert nur als Zahlencode im Computerspeicher – ebenso wie die „Horn"-Struktur (rechts unten): Ein ringförmiges Grundelement wurde kopiert, der Computer sorgte dafür, daß jede Kopie sich von ihrem Vorbild in Größe und Ausrichtung leicht unterscheidet.*

IBM United Kingdom Ltd

„Skulpturen" der Zukunft

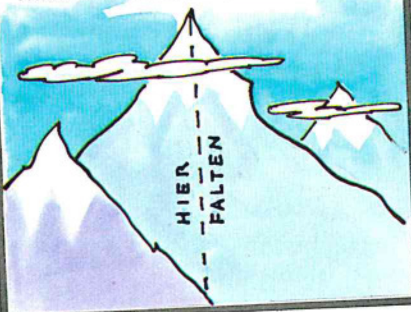
Wenn der Computer das Bild auf dem Monitor dreht, oder verkleinert, kann er das mit diesem Entwurf recht schnell. Er muß nur wenige Punkte berechnen. Jeder Punkt auf dem Bildschirm bedeutet Speicherplatz, denn die Lage jedes Punktes ist in zwei Koordinaten gespeichert: seine horizontale und seine vertikale Lage zum Bildmittelpunkt.
Hat sich Latham für eine Form entschieden, entwickelt er eine Version des gleichen Objektes, bei der die Flächen farbig angelegt sind. In einem weiteren Schritt erhält die Oberfläche ihr Gepräge. Der Künstler legt fest, ob sie matt sein soll, glänzen oder kleine Beulen haben soll. Bei einem glänzenden Gegenstand errechnet der Computer, welche Bildschirmobjekte in der Nähe sich auf der Fläche spiegeln, und stellt sie entsprechend dar. Nach Formeln, die ähnlich beim Kartographieren verwendet werden, errechnet er die Verzerrung der Spiegelung auf gekrümmten Flächen.

„Ausgeleuchtete" Objekte

Im letzten Arbeitsschritt wird das Objekt „ausgeleuchtet". Der Künstler bestimmt, wo Lichtquellen angeordnet sein sollen, der Computer errechnet die zugehörigen Schatten und Glanzlichter.
Die Skulpturen, die auf diese Weise entstehen, wirken nicht nur „echt" wie Fotos von wirklichen Dingen, man kann sie auch, wenn man dem Computer nur etwas Zeit läßt, von allen Seiten betrachten. Dennoch lassen Skulpturen wie die von Latham Künstler, die auf die Zukunft schauen, ziemlich kalt. Für sie sind Lathams Skulpturen nichts als lächerliche Fingerübungen.
Ihnen schweben Skulpturen vor, die zwar auch nur im Computer existieren, sich aber in die Wirklichkeit hineinprojizieren lassen. So träumt Sarah Burgh aus New York etwa davon, es mitten im Feierabendverkehr 100-Dollar-Noten vom Himmel regnen zu lassen. Der Verkehr bräche sofort zusammen, die Leute würden aus ihren Autos springen und versuchen, ihren Teil einzusacken. Bald würden sie merken, daß der Geldsegen nur Illusion war – aber vielleicht auch, daß es eine ebenso fixe Idee sein muß, zu glauben, sich mit der Blechkiste im dichtesten Verkehrsgewühl tummeln zu müssen.

Kaum zu glauben

ALLES ILLUSION
WENN ES GELINGT, DIE VOLLKOMMENE ILLUSION ZU ERZEUGEN, WIRD DER MOUNT EVEREST, SO GLAUBEN EINIGE KÜNSTLER, PLÖTZLICH VON GEISTERHAND WIE PAPIER GEFALTET, DAMIT WIR ERKENNEN: ALLES IST ILLUSION.



Paul Raymonde



● RASTERFAHNDUNG ● VERNETZUNG ● DATENSCHUTZ

KOMMISSAR *COMPUTER*

GANOVENJAGD AUF KNOPFDRUCK – ist das ein Wunschtraum müder Kommissare, die keine Lust haben, bei Wind und Wetter unterwegs zu sein, oder eine realistische Möglichkeit, Gesetzesbrechern mit Hilfe umfangreicher Datenbanken habhaft zu werden?



Wir danken der Polizeibehörde Hamburg

◀ ***Mit computergesteuerten Ampelanlagen*** *und einer Videoüberwachung wichtiger Straßenkreuzungen versucht die Polizei, den Autoverkehr in Großstädten „in Fluß" zu halten. Diese Aufgabe wird mit zunehmendem Verkehrsaufkommen von Jahr zu Jahr schwieriger. Nach dem Prinzip der Verkehrsleitzentrale ließe sich auch ein computergestütztes System der Einsatzsteuerung aufbauen.*

Der Einbruch in ein Juweliergeschäft hat den Alarm in der Einsatzzentrale ausgelöst. Die Beamten der Spurensicherung, die kurz nach den Streifenwagen am Tatort eintreffen, finden nur wenige Hinweise auf den oder die Täter. Vor dem ausgeräumten Schaufenster liegt neben den Glasscherben die Kippe einer ungewöhnlichen, arabischen Zigarettenmarke. Außerdem finden die „Fährtenleser" den Abdruck einer Schuhsohle in einem breitgetretenen Kaugummi.

Zurück im Präsidium macht sich ein Beamter daran, den Zentralcomputer mit den Informationen über die Spuren zu füttern. Während der Großrechner alle Unterlagen seiner Datenbänke nach Hinweisen auf die Zigarettenmarke durchforstet, „bittet" der Computer seinen „großen Bruder" im Bundeskriminalamt, ebenfalls Informationen zu sammeln und die Polizei-Datenbanken der anderen Bundesländer „anzuzapfen".

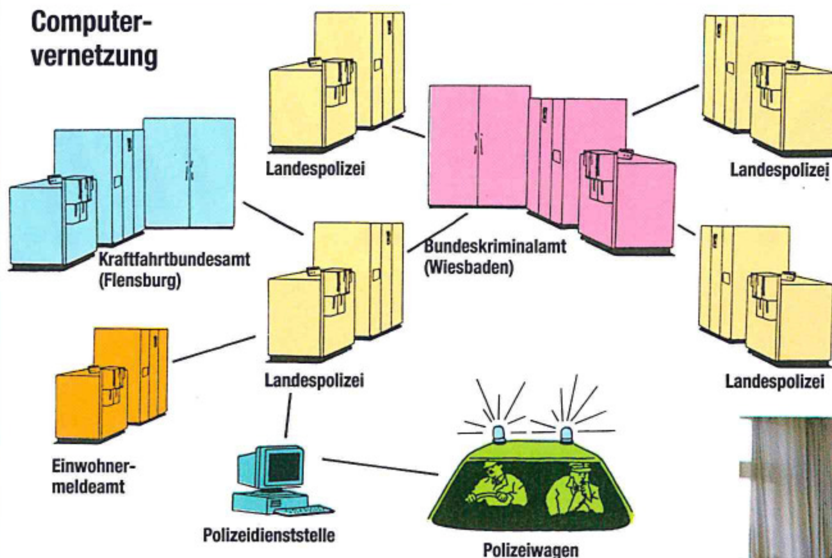
Der Computerprofi hat derweil das Foto der Kaugummispur „eingescannt". Er rastert das Monitorbild so lange, bis deutlich das Muster einer Profilsohle erscheint. Mit den Worten: „So Kumpel, jetzt laß' mal deine Megabytes knakken!" gibt er dem elektronischen Kollegen den Auftrag, alles Wissenswerte über die Spur herauszufinden.

Innerhalb einer Viertelstunde liegt den Ermittlern eine Liste bekannter Einbrecher vor, deren Vorliebe für exotische Glimmstengel bekannt ist. Außerdem hat das Verbundnetz der Rechner alle Einbrüche aufgelistet, bei denen es ähn-

▼ ***Über Funk*** *können die Beamten der Streifenwagen Informationen erhalten, die in der Einsatzzentrale von den Datenbanken der jeweiligen Polizeicomputer abgefragt werden.*

Rex Features





Mifo

liche Spurenfunde gab. Nach Auswertung der Kaugummispur grenzt der Computer den Täterkreis weiter ein. Der mögliche Einbrecher hat exklusive Turnschuhe der Größe 44 getragen und wiegt ungefähr 85 Kilo.

Schon in der Nacht beginnt die Überprüfung der Personen, auf die die Informationen zutreffen. Bei der dritten Adresse haben die Fahnder Glück, außer dem Verdächtigen treffen sie auch einen bekannten Hehler. Die Klunker sollten gerade den Besitzer wechseln.

Rasterfahndung

Das Szenario ist ausgedacht, aber für die Zukunft durchaus denkbar. Bisher leisten Computer der Polizei vor allem dann gute Dienste, wenn zu einem Autokennzeichen Besitzer und dessen Adresse möglichst schnell gefunden werden müssen. Bundesweite Rasterfahndungen per Computer finden nur bei Kapitalverbrechen wie Mord statt.

Jede Landespolizeizentrale sammelt Daten über Verbrecher und Verbrechen in ihrem Bundesland in ihrem eigenen, POLAS genannten, Computer (polizeiliches Auskunftssystem). Auf Bundesebene sind alle Landesrechner im INPOL (Informationssystem der Polizei) sternförmig miteinander verbunden. Das Zentrum dieses Sterns bildet der Computer des Bundeskriminalamtes, über den auch Datenübertragungen zwischen den einzelnen Bundesländern laufen.

Ferner können Daten über die Halter von Fahrzeugen sowie über Führerscheine aus ZEVIS, dem Zentralen Verkehrsinformationssystem des Kraftfahrtbundesamtes in Flensburg, von der Polizei abgerufen werden. Benötigen die Beamten noch weitere Informationen zu Verdächtigen, ist ihnen auch der Zugriff auf die Daten der Einwohnermeldeämter möglich – doch genügt das?

Um zu jeder Spur fündig zu werden, müßte man die Polizeicomputer mit einer solchen Unmenge Daten füttern, daß ein Heer von Beamten allein damit beschäftigt wäre, alles auf neuestem Stand zu halten. Einfacher wäre es, hätte die Polizei Zugriff auf weitere Datenbanken – etwa die von Geldinstituten: Wenn dort ein Kunde gehörig „Miese" hat, wäre das doch schon verdächtig...

Allerdings hat die Sache einen Haken. Verdächtig würden viele, die mit keiner kriminellen Tat etwas zu tun haben. Sie alle müßten überprüft werden, Schnüffelei in der Privatsphäre wäre die Folge – doch gerade die Privatsphäre soll die Polizei schützen.

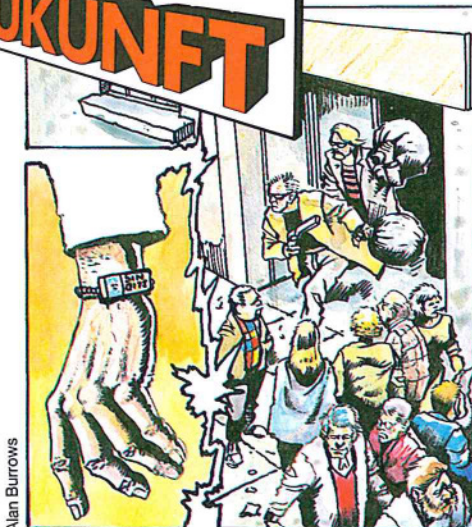


▶ ***Die Datensichtgeräte*** *der Fahndungszentrale sind direkt mit dem Großrechner der Landespolizei verbunden, der wiederum mit anderen staatlichen Datenzentralen vernetzt ist (oben).*

Wir danken der Polizeibehörde Hamburg

BLICK IN DIE ZUKUNFT

TOTALE ÜBERWACHUNG



Alan Burrows

▲ *Horrorvision oder Zukunft? Statt Ausweisen gibt es unablösbare Datenarmbänder, deren Mikrochips bei Alarm aktiviert werden und Signale aussenden.*



▲ *Der Zentralcomputer der Polizei dekodiert die Signale und gibt sowohl die Identität als auch den Aufenthaltsort des Armbandträgers preis.*



▲ *Doch nicht nur Verdächtige könnten so aufgespürt und verhaftet werden; mit den Datenarmbändern wäre die Überwachung jedes einzelnen möglich.*



- SPIELTHEORIE
- REIBUNGSWIDERSTAND
- TRAGFLÄCHEN

RENNZIEGEN

◀ ***Kleinere Yachten*** *wie dieses 5,5-Meter-Boot beim Grand Prix vor der Küste von Perth erhalten bei Regatten Zeitvorteile, um mit größeren Yachten starten zu können.*

▼ ***Spinnaker,*** *die bunten Vorsegel, bieten nur bei bestimmten Windrichtungen Vorteile. Sie zu setzen und zu bergen verlangt von der Crew höchste Aufmerksamkeit.*



Leo Mason/Split Second

Action Plus

UNZERREISSBARE SEGEL, Flügelkiele und gerillte Außenhaut: Wer wissen will, wie die Segelboote von morgen aussehen könnten, sollte die „Rennziegen" unter die Lupe nehmen – Yachten, die um Ruhm und Trophäen streiten.

1983 erfaßt die Segelsportler Amerikas lähmendes Entsetzen: Nach über hundert Jahren haben sie den America's Cup, die häßlichste, aber begehrteste Seglertrophäe der Welt, ans Ausland verloren. Vor der windgepeitschten Küste von Newport im amerikanischen Bundesstaat Rhode Island schlägt die australische Yacht „Australia II" die amerikanischen Cupverteidiger.

Ihren Erfolg hat die „Australia II" vor allem ihrem revolutionären Kieldesign zu verdanken, das vor dem Rennen streng geheim gehalten wurde. Die „Australia" wurde nachts sogar von Tauchern bewacht. Ihr Geheimnis: Statt des senkrechten Kiels einer normalen Yacht hat das Rennschiff zwei „Flügel" als Kiel, die unter der Wasserlinie schräg vom Schiffsrumpf abstehen.

Der Kiel hat hauptsächlich zwei Aufgaben. Er hilft, den seitlichen Druck des Windes auf die Segel in eine Vorwärtsbewegung des Bootes umzusetzen, und er trägt als „Gegengewicht" zum Winddruck Ballast. Damit wird verhindert, daß das Boot bei zu starkem Wind in den Segeln umkippt, also kentert.

Bei einem typischen Zwölfer, der Bootsklasse, die für den America's Cup zugelassen ist, macht der Ballast des Kiels zwischen 70 und 80 Prozent des Gesamtgewichtes des Bootes aus. Stabilisierende Flügelkiele können jedoch wesentlich leichter sein: Das Boot wird dadurch schneller. Außerdem wirkt ein Flügelkiel wie eine Art „Tragfläche", die dem Boot Auftrieb gibt und es leichter durchs Wasser gleiten läßt.

Die US-amerikanischen Segel-Fanatiker wollen diese Schlappe natürlich nicht auf sich sitzen lassen. Mit einem eigens dafür entworfenen Computerprogramm gelingt es ihnen, ein Boot zu konstruieren, das mit einem noch strömungsgünstigeren Kiel versehen ist. Sie lassen die Flügel nach hinten noch schmaler zusammenlaufen, formen ihre Spitzen dicker und verbreitern die „Winglets", kleine Zusatzflügel, die auf den großen Flügeln sitzen. 1987 bringen sie die „Stars and Stripes" an den Start – und siegen.

Auf Sieg getrimmt

Auch die verschiedenen Segelschnitte werden heutzutage schon im Computer simuliert und getestet. Die Designer studieren die vorherrschenden Wind- und Wellenbedingungen des Wassersportgebiets, in dem ein Rennen stattfindet, und passen Rumpf, Kiel und Segel diesen Bedingungen möglichst optimal an.



Mit einem mathematischen Wahrscheinlichkeitsmodell, der sogenannten „Spieltheorie", versucht man, vorherzusagen, welcher Entwurf die besten Chancen hat, unter den gegebenen Bedingungen zu gewinnen.

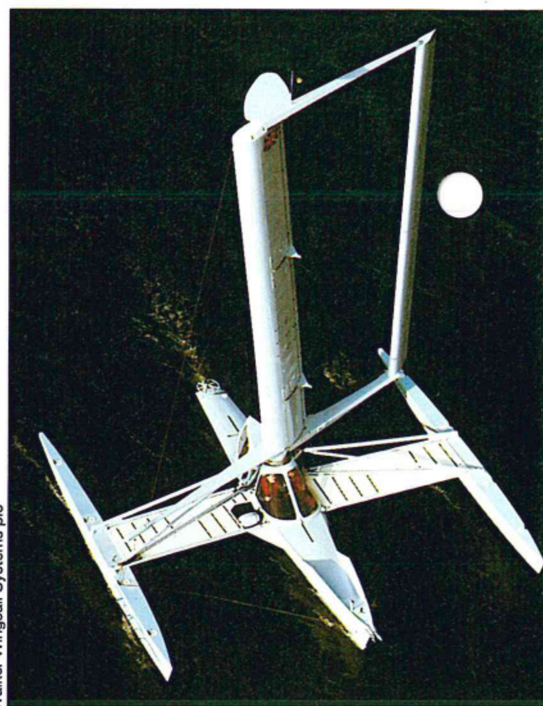
In Zukunft wird der Computer beim Bau von „Rennziegen" eine immer größere Rolle spielen. Diese Art der Planung hat den großen Vorteil, daß man die Kosten für Versuchsmodelle und Prototypen zum großen Teil einsparen kann und trotzdem Experimente mit den unterschiedlichsten Rumpf- und Segelformen möglich sind.

Durch Computersimulationen wurde inzwischen auch die Rumpfoberfläche optimiert. Um die Reibung zwischen Rumpf und Wasser möglichst gering zu halten, baute man lange Zeit Yachten mit möglichst spiegelglatt polierter Lackoberfläche.

Nach neuesten Erkenntnissen werden die Rümpfe der Rennyachten jedoch mit einer Folie aus Vinyl beschichtet, die der Haut von Haien nachempfunden ist und eigentlich entwickelt wurde, um bei Flugzeugen Treibstoff zu sparen. Diese Folie weist mikroskopisch feine parallele Rillen auf, die den Reibungswiderstand vermindern, weil sie Luft oder Wasser entlang der günstigsten Strömungslinien leiten. Die Rillen-Folie wurde das erste Mal auf dem Rumpf der „Stars and Stripes" eingesetzt und ist inzwischen zu einem absoluten Muß für Rennyachten geworden.

Die aufwendige Entwicklung der Rennyachten ist mittlerweile so kostenintensiv geworden, daß es sich nur noch große Konzerne leisten können, diese hochgezüchteten „Rennziegen" zu finanzieren. Sie hoffen, daß sich der Einsatz bezahlt macht, wenn sie die Yachten werbewirksam unter ihrem Namen laufen lassen.

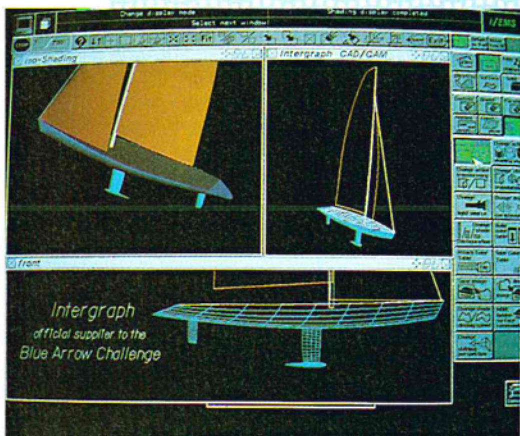
Für den „normalen" Segelsportler sind die neuesten Errungenschaften der Spitzentechnologie zunächst noch unerschwinglich, doch mit etwas Verzögerung halten einige Neuentwicklungen auch hier Einzug. Wenn ein Computerprogramm zur Planung von Rumpf und Segelformen erst einmal geschrieben ist, dann ist seine breitere Anwendung meist kein Kostenproblem mehr.



Walker Wingsail Systems plc

▲ ***Die Rennyachten*** *der Zukunft könnten so aussehen wie dieser Trimaran. Er hat statt normaler Segel starre Flügel, („Wingsails"), die von Hand oder vom Computer je nach Lage und Position des Bootes sowie Richtung und Geschwindigkeit des Windes ausgerichtet werden.*

EIN SIEGERTYP ENTSTEHT



Intergraph/N Rains/Pickthall Picture Library

Heute entsteht keine große Rennyacht mehr ohne die Hilfe von Computern. So lassen sich zum Beispiel die Belastungen der Segel im Wind mit Hilfe des Computers bis zum „Zerreißen" testen, so daß man hinterher gezielt diejenigen Punkte verstärken kann, an denen der „Lappen" auch in Wirklichkeit reißen würde.

Die Rümpfe der Rennboote werden mittlerweile aus faserverstärkten Kunststoffen oder Kompositwerkstoffen, Kunstharzen mit Faserverstärkungen, gefertigt. Die Fasern bilden das „Rückgrat" der Konstruktion, das Harz hält sie in Position, verstärkt sie und schützt sie vor Beschädigungen. Der Rumpf ist dadurch leichter und belastbarer als traditionelle Rümpfe aus Holz oder Aluminium.

Im rechten Bild werden gerade die Fasern einer Rumpfsektion mit Harz beschichtet. Das Harz hat man auf 75 Grad Celsius erhitzt, damit es flüssig ist; es muß jetzt rasch mit Rollen verteilt und in die Fasern eingearbeitet werden. Die Arbeiter täten besser daran, Atemschutzmasken zu tragen, denn die Dämpfe der Epoxidharze sind äußerst giftig.



SP Systems Ltd



N. Rains/Pickthall Picture Library

◀ ***Die Flügelklappen*** *eines „Wingsails" müssen regelmäßig gewartet werden. Starre Segel sind ideal für Rennyachten, denn sie arbeiten um so effektiver, je schneller sich das Boot vorwärtsbewegt. Nach den neuesten Regeln des America's Cup sind sie jedoch nicht zugelassen.*

Kaum zu glauben

SCHNELLER GLEITER

1987 LIEF EIN TRIMARAN BEI EINER ATLANTIKÜBERQUERUNG 963 KILOMETER IN 24 STUNDEN. DAS ENTSPRICHT EINER DURCHSCHNITTSGESCHWINDIGKEIT VON SAGENHAFTEN 40,1 KM/H.



Paul Raymonde



Auch in den Industriestaaten ist die Bevölkerung in den letzten 100 Jahren gewachsen – in den USA um das 3,2fache. Mit wachsendem Wohlstand schwächte sich jedoch das Bevölkerungswachstum deutlich ab.

Gamma/Frank Spooner Pictures

STÖRFAKTOR MENSCH

SECHS MILLIARDEN MENSCHEN könnte unser Planet ernähren – vorausgesetzt, die Landwirtschaft wäre weltweit auf einem so hohen technischen Stand wie in der Bundesrepublik Deutschland. Doch es ist fraglich, ob dieses Ziel in absehbarer Zeit zu erreichen ist. Absehbar ist hingegen schon jetzt, daß die Weltbevölkerung in zehn Jahren auf 6,4 Milliarden Menschen angewachsen sein wird.



Andrew McLenaghan/Science Photo Library

***Hongkong** gehört mit über 5550 Einwohnern je km² weltweit zu den am dichtesten besiedelten Großstädten.*

Es gibt ein Problem auf der Welt – und dieses Problem ist der Mensch. Zu dieser Einschätzung kann man kommen, wenn man sich den Werdegang unseres Heimatplaneten anschaut.

Jahrmillionen brauchte die Erde, um sich zu einem Planeten im Kosmos zu entwickeln, auf dem Leben möglich ist. Der Mensch erscheint in dieser Geschichte der Welt erst sehr spät. Würde man die nunmehr drei Milliarden Jahre dauernde Geschichte unseres Planeten auf ein einziges Jahr raffen, dann tauchte der Mensch erst am Silvestertag kurz vor Mitternacht auf. Doch diese „paar Minuten" seiner Existenz haben bereits genügt, seine Umwelt in eine schwere Krise zu stürzen.

Der Mensch belastet den Erdball nicht erst seit 200 Jahren, seit die Industrie in größerem Umfange um sich gegriffen hat. Schon früher fügte er ihm manchen Schaden zu. So verwandelten bereits die Griechen in der Antike weite Gebiete rund ums Mittelmeer in tote Landstriche. Sie holzten die Wälder ab, um Ackerland zu gewinnen, und fällten die mächtigsten Bäume, um Kriegsschiffe zu bauen, mit denen sie ihre Herrschaft zur See begründeten.

Man ahnte damals nicht, daß die Entwaldung einer Landschaft kein „Kavaliersdelikt" ist, über das nach kurzer Zeit das Gras wächst. Im Hügelland verschwindet bald nach den Bäumen jegliche fruchtbare Krume, weil keine Wurzel sie mehr hält. Der Regen hat rasch allen Humus fortgeschwemmt. Zurück bleibt totes Gestein.

Chemische Verunreinigungen mit Folgen für die Umwelt sind ebenfalls keine Erfindung der Neuzeit. Schon zur Bronzezeit hinterließ der Kupferabbau



Narben im Gesicht der Erde. Und schon damals gelangten die oft mit dem begehrten Metall vermischten Gifte Arsen und Blei in die Kreisläufe des Lebens.

Waren die Auswirkungen all dieser frühen Eingriffe auf relativ kleine Gebiete



Kinderarbeit: *ein Zeichen der Armut. Für 105 Millionen Kinder fehlen Schulen.*

Rex Features Ltd



Hutchison Library

◄ Impfungen *gehören zu einem guten Gesundheitssystem. In Afrika ist die medizinische Versorgung besonders schlecht. Nur die Hälfte der Bevölkerung hat überhaupt die Chance, einen Arzt in Anspruch zu nehmen. Entsprechend hoch ist die Kindersterblichkeit. Jedes zehnte Kind überlebt die Geburt nicht.*

beschränkt, so weiten sich ihre bösen Folgen heutzutage zu globalen Problemen aus. Der Grund für diese Misere scheint auf der Hand zu liegen. Es gibt einfach zu viele Menschen.

Die Bevölkerung der Welt, die nach neuesten Schätzungen 5,4 Milliarden Menschen zählt, will nicht nur ernährt sein. Sie braucht auch Bekleidung, Wohnungen, Energie zum Heizen und Kochen... In den Industrienationen sind die Menschen noch anspruchsvoller. Dort wird etwa der Luxus, ein eigenes Auto zu besitzen, schon als selbstverständlich angesehen. Telefon, Stereoanlage, Computer, Video und Fernseher, modernste Geräte für den Haushalt, für jede Gelegenheit die passende Kleidung – all das hat man eben.

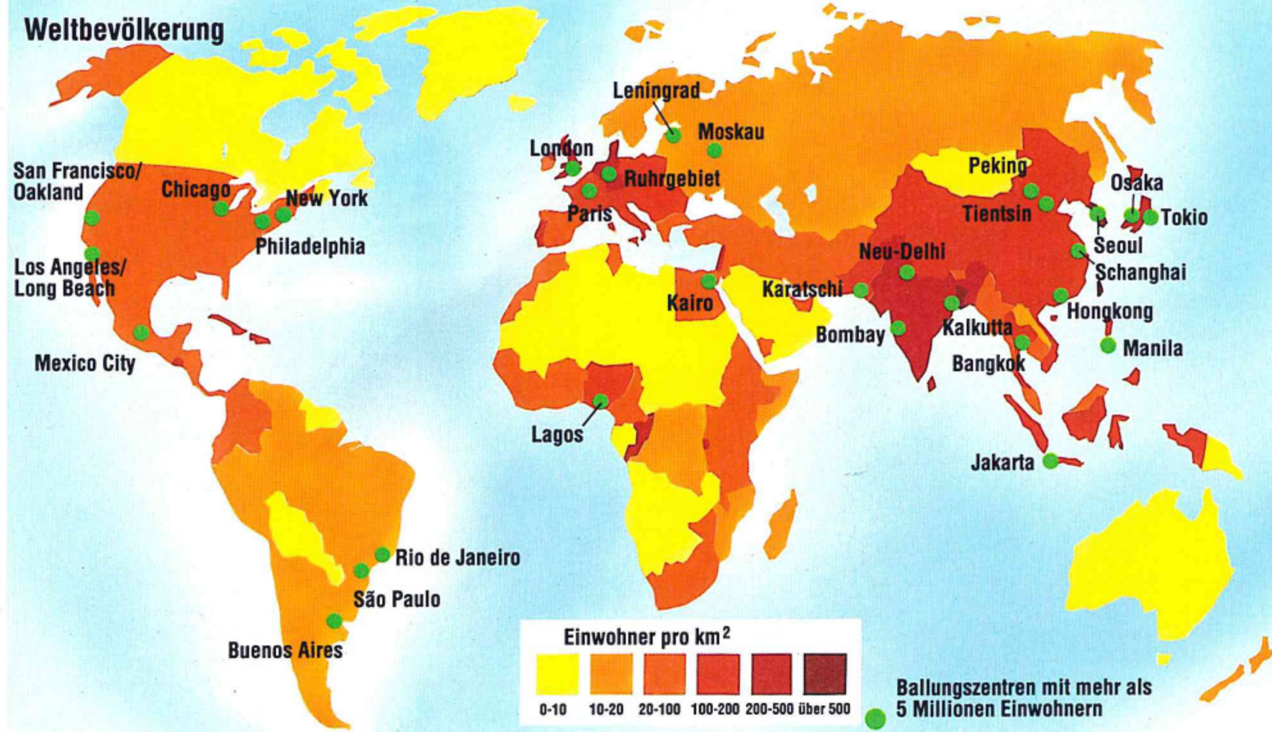
Gegen einen Lebensstandard wie in Europa hätten die Menschen in den armen Staaten sicher nichts einzuwenden. Und es wären bestimmt auch Hersteller bereit, die begehrten Waren für sie zu



► Slums: *Ein Großteil der Bevölkerung der Dritten Welt lebt unter furchtbaren hygienischen Verhältnissen. Auf Suche nach Arbeit fliehen viele Menschen vom Land in die zu engen Städte.*

Robert Harding Picture Library

▼ Ballungszentren *wachsen in armen Ländern schneller. In der sogenannten Dritten Welt nimmt die Stadtbevölkerung jährlich um 3,8 % zu, in den Industriestaaten nur um 0,8 %.*



John Hutchinson



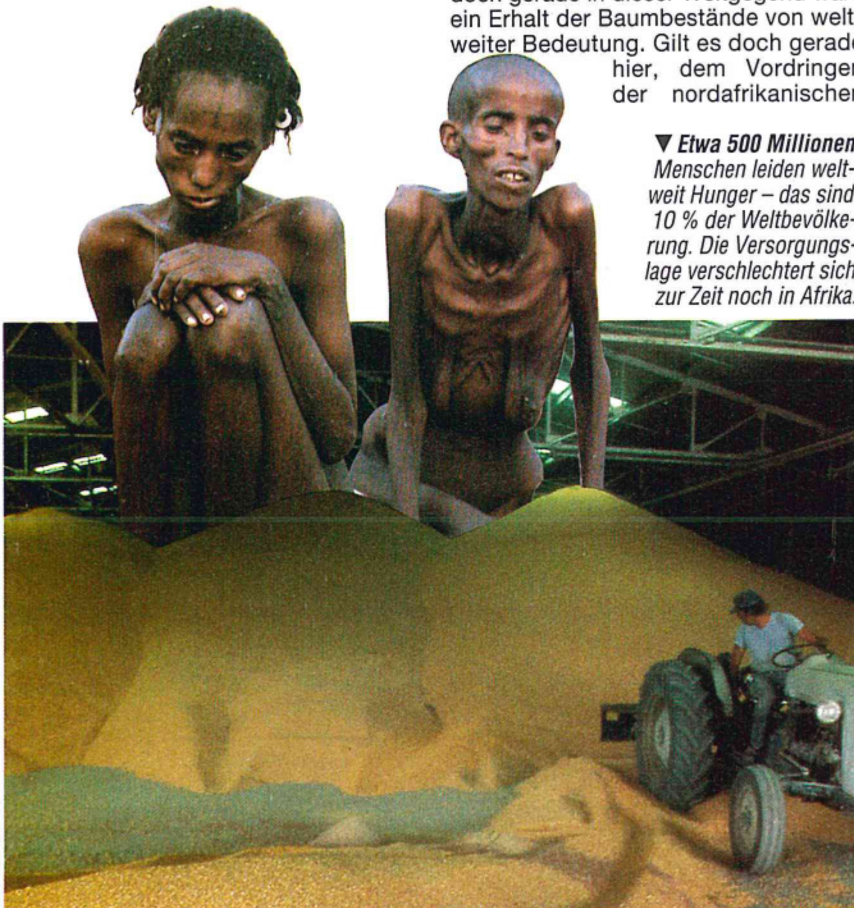
produzieren. Doch ob unser Planet die Rohstoffe und Energie dafür liefern könnte, ohne gänzlich aus den Fugen zu geraten, das ist mehr als fraglich. Würde in den Entwicklungsländern pro Kopf der Bevölkerung ebensoviel Energie verbraucht wie zur Zeit in den Industrienationen, müßte die Menschheit dreimal soviel Energie produzieren. Daß wir damit die Umwelt gewaltig belasten würden, kann man sich leicht ausmalen.

Doch damit nicht genug. Die Bevölkerung in den armen Ländern wächst rapide an. Ihr Bedarf am Allernötigsten vergrößert sich also schon, ohne daß die Ansprüche steigen. In manchen Staaten hat die pure Not bereits dazu geführt, daß die Menschen die Natur nahezu restlos geplündert haben. Äthiopien etwa, das noch 1950 zu 30 % waldbestanden war, ist heute bis auf 1 % seiner Fläche kahlgeschlagen. Hier finden die Menschen nun nicht einmal mehr Feuerholz. Deren Pech, könnte man meinen, doch gerade in dieser Weltgegend wäre ein Erhalt der Baumbestände von weltweiter Bedeutung. Gilt es doch gerade hier, dem Vordringen der nordafrikanischen Wüstenzone nach Süden entgegenzuwirken, weil sonst das Weltklima aus dem Lot gerät.

Äthiopien ist nur ein Beispiel für ein Land, das die ganze Welt allein durch die Größe seiner Bevölkerung vor arge Probleme stellt. Kein Wunder also, daß man sich in den Vereinten Nationen, dem Zusammenschluß fast aller Staaten des Globus, intensiv mit dem Anwachsen der Weltbevölkerung befaßt. Die Ergebnisse dieser Arbeit räumen mit manchem Vorurteil, das man in den Industrienationen hegt, erbarmungslos auf.

Schon wenn man sich die Zahlen der Einwohner ansieht, stellt man erstaunt fest, daß die VR China und Indien zwar mit 1 Milliarde beziehungsweise 800 Millionen „einsame Weltspitze" sind. Die Bevölkerungsdichte ist in Indien aber gerade so groß wie in der alten BRD, in China nur halb so groß. Und in Äthiopien, das mit der Größe seiner Bevölkerung solche Probleme hat, teilen sich sechsmal weniger Menschen als bei uns jeden Quadratkilometer Land. Es gibt hier nicht zu viele Menschen, es gibt zu viele Arme.

Auch daß die Bevölkerung in den Ländern der Dritten Welt schneller und stärker anwächst als in den Industrienationen – hier schrumpft die Zahl der Einwohner sogar leicht –, läßt sich mit der Armut erklären. Eigentlich sollte man meinen, daß Not, Nahrungsmittelknappheit, miserable ärztliche Versorgung und fürchterliche hygienische Verhältnisse dazu führen müßten, daß die Menschen aussterben. In der Tat ist es in den armen Ländern so, daß Seuchen und Hungers-



▼ ***Etwa 500 Millionen*** *Menschen leiden weltweit Hunger – das sind 10 % der Weltbevölkerung. Die Versorgungslage verschlechtert sich zur Zeit noch in Afrika.*

Rex Features Ltd

GUTES ZEICHEN

Man kann sicher keine Wunderdinge von den Programmen erwarten, die dem Wachstum der Weltbevölkerung entgegenwirken sollen. Beeindruckende Ergebnisse gibt es aber schon. So benutzen heute in den Entwicklungsländern etwa die Hälfte der Paare Verhütungsmittel, während es vor 25 Jahren nur 10 % waren. Es scheint darum sinnvoll, die Programme zur Familienplanung, die von einer intensiven Beratung bis zur Beschaffung der Verhütungsmittel reichen, weiter auszubauen. Und es würde sicher auch nicht schaden, wenn sich die Industriestaaten stärker als bisher engagieren würden. Bislang brachten die armen Staaten 85 % der dafür benötigten Gelder aus der eigenen Tasche auf.

AUF EINEN BLICK – WELTBEVÖLKERUNG

	A	B	C	D	E	F	G	H
Afrika	132	276	682	2,9	44	15	2,5	886
Asien	925	1668	3233	1,8	30	11	20	3611
Nordamerika	82	199	283	0,7	15	8	30,5	296
Lateinamerika	74	212	458	2,3	32	8	3	537
Europa	298	425	504	0,3	14	10	24	506
ehem. UdSSR	134	214	293	0,9	20	10	19	311
Ozeanien	6	16	28	1,2	21	9	1,3	30

A Bevölkerung 1900 (in Millionen)
B Bevölkerung 1960 (in Millionen)
C Bevölkerung 1994 (in Millionen)
D jährlicher Bevölkerungszuwachs (in %)
E Geburten je 1000 Einwohner und Jahr
F Sterbefälle je 1000 Einwohner und Jahr
G Anteil am Weltenergieverbrauch (in %)
H Bevölkerung 2000 (in Mill. geschätzt)

Vaughan Fleming/Science Photo Library

▲ ***Brandrodung:*** *Flächengewinn für die Landwirtschaft bedeutet Zerstörung der Natur – mit weitreichenden Folgen für das Klima auf unserem Planeten.*





Ciba-Geigy Ltd

◀ ***Ertragreiche Pflanzen*** *– im Labor gezüchtet – gedeihen meist nur auf kunstgedüngten Böden. Der Kunstdünger ist jedoch für die Landwirte in der Dritten Welt zu teuer und laugt zudem den Boden aus.*

▼ ***Sonnenpaddel*** *funktionieren im Orbit wunderbar. Es wäre dringend erforderlich, diese Form der Stromerzeugung so zu vervollkommnen, daß sie auch zur Energieproduktion in Ländern der Dritten Welt taugt.*

Kaum zu glauben

KEIN ENDE IN SICHT?
WENN DAS BEVÖLKERUNGSWACHSTUM NICHT STÄRKER GEBREMST WERDEN KANN, MUSS DIE ERDE IM JAHR 2050 ZEHN MILLIARDEN MENSCHEN ERNÄHREN.

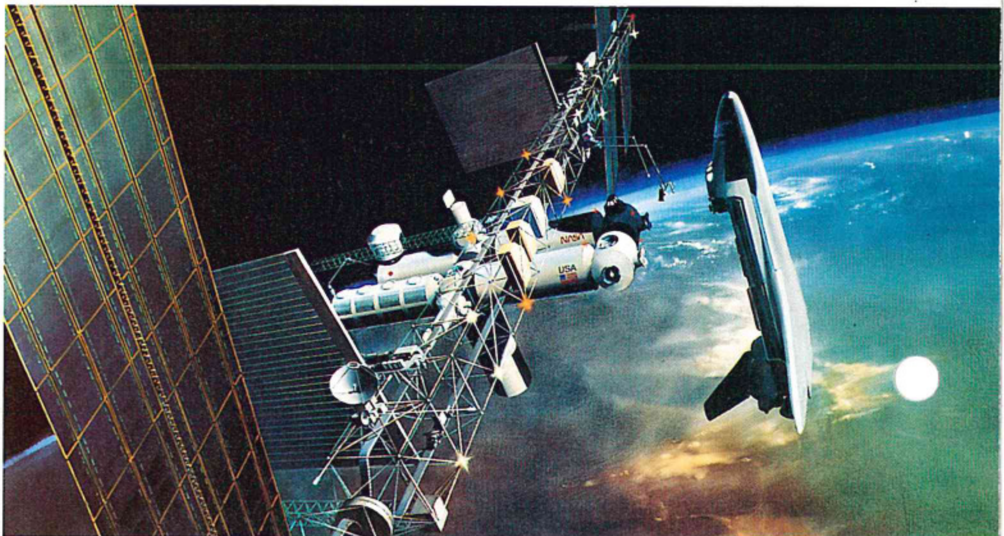


Paul Raymonde

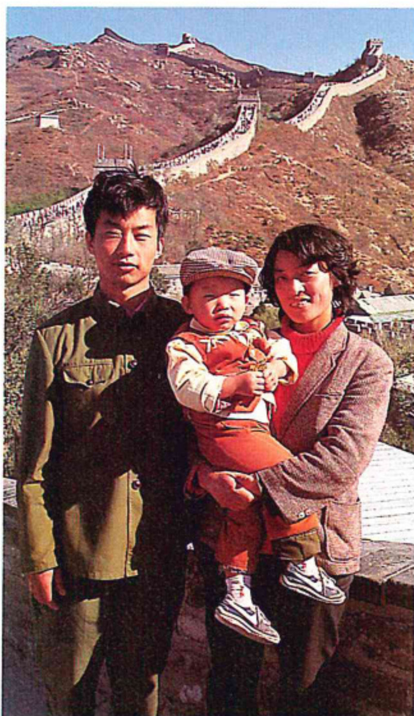
nöte große Teile der Bevölkerung hinwegraffen. Aber sie wächst dennoch.

Armut ist nämlich in weit stärkerem Maße der Antrieb dafür, daß die Menschen viele Kinder in die Welt setzen. Wenn Eltern davon ausgehen müssen, daß viele ihrer Nachkommen das Erwachsenenalter nicht erreichen, weil jede Kinderkrankheit den Tod bedeuten kann, zeugen sie eben jedes Jahr ein Kind. So erhöhen sie die Chance, daß wenigstens einige überleben und sie im Alter versorgen, denn Renten gibt es in diesen Ländern nicht.

Schlechte medizinische Versorgung heißt auch: Verhütungsmittel sind in weiten Teilen eines Landes nicht verfügbar. Auch deswegen wächst die Bevölkerung. Mangelnde Bildung, ebenfalls eine Folge der Geldnot, trägt noch dazu bei, daß Frauen sich in diesen Ländern als „Gebärmaschinen" mißbrauchen lassen.



NASA



Gavin Hallier/Robert Harding Picture Library

▲ ***Die „Ein-Kind-Familie"*** *wird in China staatlich angeordnet, um das jährliche Bevölkerungswachstum im Reich der Mitte zu begrenzen. Es liegt bei jährlich 1,2 %.*

Mit Aufklärungskampagnen, die für eine freiwillige Geburtenkontrolle werben, haben die Vereinten Nationen bereits gute Erfahrungen gemacht. Damit die positive Wirkung aber von Dauer ist, muß sich für die betroffenen Menschen eine Verbesserung ihrer Lage ergeben, wenn sie nur wenige Kinder haben.

Aufgaben für die Reichen

Die Erde davor zu retten, daß sie an Übervölkerung zugrundegeht, kann nicht nur Sache der Schwächsten sein. Die reichen Nationen müssen sich weiter engagieren, um das Gesundheitssystem in den ärmeren Ländern zu verbessern. Wir müssen Technologien entwickeln, die den Menschen dort die Möglichkeit geben, sich ohne Raubbau an der Natur zu ernähren. Dringend gebraucht werden auch Wind- und Solarkraftwerke, die sich arme Staaten leisten können.

Damit uns die Welt erhalten bleibt, werden wir also auch Verzicht üben müssen. Dabei geht es gar nicht einmal so sehr um die finanziellen Mittel. Verzichten müssen wir jedoch darauf, so zu leben, als gäbe es von den Schätzen der Erde überreichlich. Erst wenn wir selbst vorleben, daß man mit der Natur so umgehen kann, daß sie keinen Schaden nimmt, können wir diesen Schritt auch von anderen erwarten.

DANKE FÜR DIE HILFE

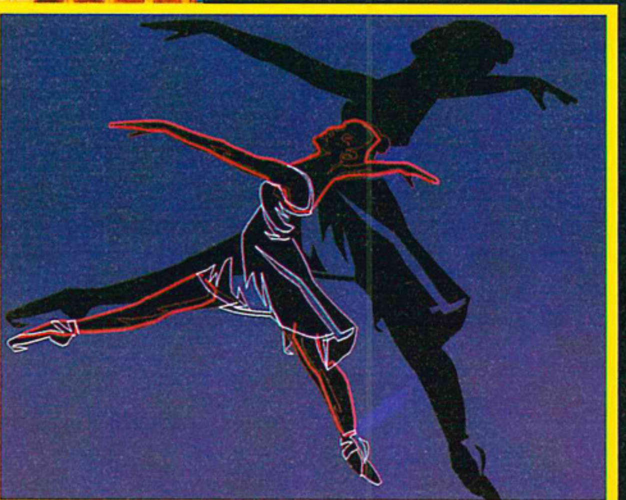
Das Insektenvernichtungsmittel DDT ist von trauriger Berühmtheit. Es steht in Verdacht, Krebs zu erregen, wird in der Natur nur ganz langsam abgebaut – kurz gesagt: ein Teufelszeug. Bis 1974 wurde es auch in der BRD munter versprüht, um in der Landwirtschaft Ernteschädlinge zu bekämpfen. Dann hatte sich die Meinung durchgesetzt, daß DDT schädlicher sei als die Tiere, die es vernichtete. Es wurde in der BRD und vielen Industrienationen verboten. „Für Länder der Dritten Welt noch gut genug!" dachten sich wohl die europäischen Hersteller und verkauften das Teufelszeug an die armen Länder. Fazit des Geschäftes: 1980 wurden noch ungefähr 100 000 Tonnen weltweit auf Felder gepustet. Ein schönes Beispiel dafür, wie dicht uns Europäern manchmal das Schicksal der Welt am Herzen liegt.



● VIDEOINSTALLATION ● SABBELNDE MÄNNER ● HOAX-REBELLEN

KNALLER & KONZEPTE

EINE PYRAMIDE AUS FERNSEHERN steht in einem abgedunkelten Raum. Über jeden Bildschirm flimmert ein anderer verwischter Videofilm. Dazu tönen aus großen Boxen schrille Experimentalmusik und meditative Klänge. Während einige Betrachter vor dieser „Videoinstallation" des Koreaners Nam June Paik nur verständnislos den Kopf schütteln, sehen andere in ihr geradezu ein Sinnbild unserer modernen Zeit.



ZEFA

*▲ **Grafiken** lassen sich immer perfekter am Bildschirm erstellen. Im Computer entstand auch die tanzende Ballerina. Doch die Grafiken, die ein Laserdrucker ausspuckt, wirken oft steril. Ihnen fehlt eben das Besondere eines handgemalten Bildes (links).*

Die Zeiten, da sich Maler bemühten einen Misthaufen so perfekt zu malen, daß man ihn förmlich riechen konnte, oder sich Bildhauer ausschließlich mit der Darstellung schöner Leiber oder nicht so schöner, dafür um so bedeutenderer Persönlichkeiten beschäftigten, gehören der Vergangenheit an. Noch Mitte des letzten Jahrhunderts widmet man die Kunst dem Guten, Wahren und Schönen und will wie die alten Griechen und Römer etwas Erhabenes schaffen. Wenige Jahrzehnte später rebellieren viele Künstler gegen diese Kunst für die gute Wohnstube.



Nicht mehr um des schönen Scheins willen schaffen diese Künstler, sondern um etwas zum Ausdruck zu bringen: Gefühle, Träume, Ängste und die gesellschaftliche Wirklichkeit. Außerdem beschränken sie sich nicht mehr auf das klassische Handwerkszeug wie Pinsel und Bleistift oder Hammer und Meißel, sondern nutzen ungewöhnliche Techniken als Ausdrucksmittel.

Müll-Skandal

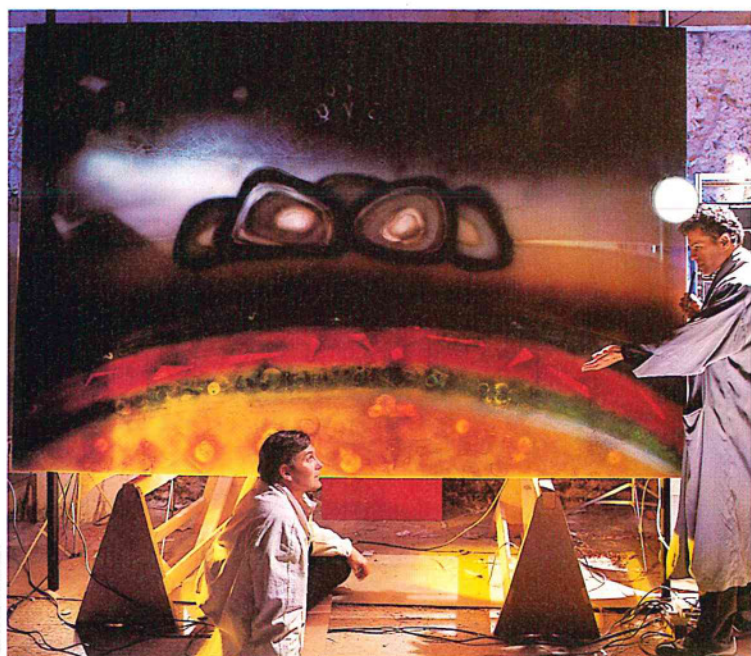
Als Anfang unseres Jahrhunderts Künstler – wie Kurt Schwitters – aus Zeitungsresten und Straßenmüll Collagen komponieren oder – wie Marcel Duchamp – ein Pinkelbecken als Ausstellungsobjekt erwählen, ist die Kunstwelt zunächst schockiert. So etwas widerspricht allen bis dahin gültigen Vorstellungen von Kunst. Doch genau das sollen diese Werke: den Betrachter aus der Reserve locken und so in die Kunst einbeziehen.

Mit fortschreitender Technik haben sich die Gestaltungsmöglichkeiten in den letzten Jahrzehnten deutlich erweitert. Mechanische und elektronische Bauteile sowie Video- und Audioanlagen gehören mittlerweile schon fast selbstverständlich zu vielen Kunstwerken. Häufig sprengen die Werke dabei die herkömmliche Form einer Ausstellung. Bilderrahmen oder Sockel reichen nicht mehr aus: Die ganze Umwelt wird zur Bühne für das Kunstereignis.

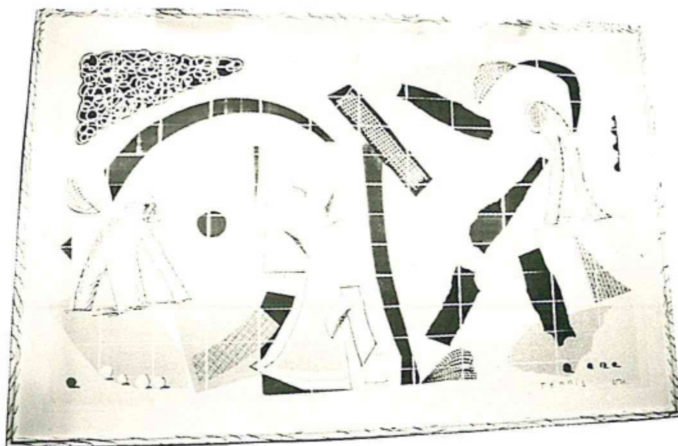
Akustische Flaschenpost

Dem Künstler Bryan Rogers zum Beispiel dienen für eine seiner Aktionen die Gewässer um Hawaii als Betätigungsfeld. Er plant dort vierundsechzig kleine, schwimmfähige Figuren im Meer auszusetzen. Sie sind mit Mikroprozessoren ausgestattet, die elektronische Töne erzeugen. Wie eine elektronische Flaschenpost aus einem anderen Universum dümpeln die Figuren im Ozean.

Man könnte dieses Projekt als eine Art Gleichnis für uns Menschen sehen. Auch wir senden elektronische Botschaften ins All, ohne zu wissen, ob sie jemand erhält und versteht. Die Aktion könnte aber auch genausogut ausgemachter Blödsinn sein. Frei nach dem Motto Picassos: „Das Gespräch mit dem Piloten ist verboten!" liefert Rogers keine Erklärung für das Spektakel.


Daudier/Jerrican

▶ ***Klangbilder*** *läßt der Künstler Alain Husson Dumoutier entstehen. Hinter einer bemalten Plexiglasscheibe sind 400 Glühbirnen verkabelt. Das eingebaute Mikrofon übermittelt alle Geräusche an einen Computer, der je nach Frequenz und Lautstärke die Lampen schaltet.*


Rex Features Ltd.

◀ ***Moderne Vervielfältigungstechnik:*** *Der englische Künstler David Hockney schickte diese Grafik per Fax!*

Zum Schmunzeln sind die Werke des amerikanischen Künstlers Jim Jenkins, der bewegliche Skulpturen aus alten Fernsehgeräten zusammenbaut. Er kombiniert die Geräte zu witzigen Figuren, die aus einer neuzeitlichen Märchenwelt zu stammen scheinen. Aus vier „Glotzen" entstand zum Beispiel sein Werk „Bucking bronco" (Bockendes Wildpferd).

Sein Kollege Jonathan Borofsky baut sein Kunstwerk „20 Chattering Men", zu deutsch „20 sabbelnde Männer", mit etwas elektronischer Hilfe zu einer Art Bühneninszenierung aus. Wenn man den Ausstellungsraum betritt, ist man von zwanzig lebensgroßen Aluminiumfi-

BILDER DER DRITTEN DIMENSION

Hologramme lassen dreidimensionale Abbilder entstehen. Im Gegensatz zur Fotografie, bei der das ebene Bild eines Objektes auf einen Film gebannt wird, entstehen Holographien aus Interferenzen – Überlagerungen – von Laserlicht. Das gleichgerichtete Licht eines Lasers wird in einem halbdurchlässigen Spiegel in zwei Strahlen aufgebrochen. Der eine Strahl wird auf das Objekt gerichtet, er reflektiert von dort und trifft auf eine Fotoplatte. Den zweiten Strahl lenkt man über einen Spiegel direkt auf dieselbe Stelle der Fotoplatte (unten). Indem man das Objekt langsam nach und nach mit Laserlicht „abtastet", entstehen auf dem Film Interferenzmuster. Diese Muster erzeugen, wenn Licht auf sie fällt, ein 3D-Bild – wie dieser Champagnerkelch, der hier auf einen realen, zerbrochenen Kelch projiziert wird (links).


Philippe Plailly/Science Photo Library


Gamma/Frank Spooner



Der Laser-Projektor

Zur Projektionsfläche

Zur Projektionsfläche

Filterrad für Wolkeneffekte

Blau

Grün

Gelb

Rot

Projektionsspiegel

Helligkeitssteuerung

Spiegel

Prisma

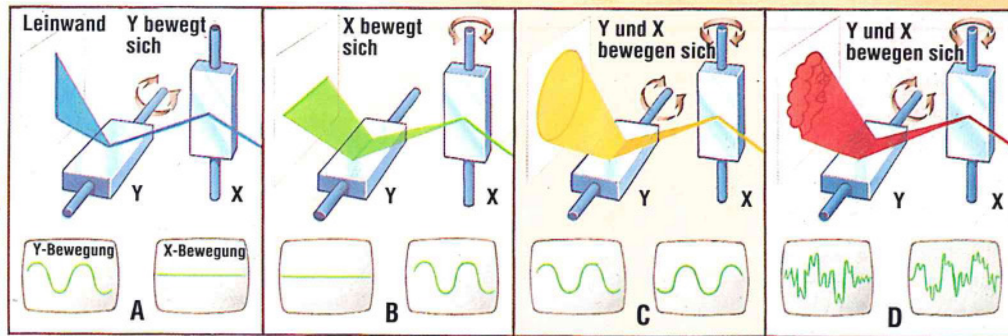
Strahl wird aufgespalten

Zentrale Helligkeitssteuerung

Kryptonionen-Weißlichtlaser

***Lasershows** Mit einem elektronisch gesteuerten Projektor kann ein „Laserkünstler" Muster aus Laserlicht auf eine Projektionsfläche zeichnen. Das vom Laser erzeugte weiße Licht wird in seine farbigen Bestandteile aufgespalten und durch optische Module bestehend aus zwei Spiegeln (X und Y) geschickt. Dreht sich nur ein Spiegel, so zeichnet der Farblaser eine vertikale (A) oder horizontale(B) Linie auf die Projektionsfläche, bewegen sich beide gleichzeitig, so entsteht ein Kreis (C) oder andere Muster (D).*

Projektionsspiegel

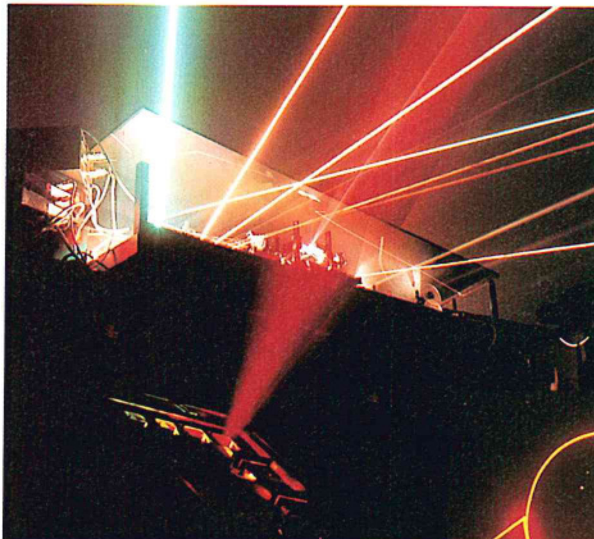


Trevor Hill

guren umgeben, die einen aus kleinen Lautsprechern im wahrsten Sinne des Wortes „vollsabbeln". In jedem Figurenkopf befindet sich ein Lautsprecher, der, von einem Mikroprozessor gesteuert, in unregelmäßigen Abständen nichts als das Wort „chatter" zum besten gibt.

Eigenwilliger Plattenspieler

Wieder andere Künstler nutzen ihre künstlerische Phantasie, um den technischen Geräten Eigenleben zu verleihen und sie so aus dem Zusammenhang zu reißen, für den sie gebaut wurden. So führt zum Beispiel in dem Plattenspielerobjekt des deutschen Künstlers Stefan Limmroth der Abspielarm seine Aufgabe nicht wie gewohnt aus. Schon bis sich der Arm das erste Mal auf die Schallplatte gesenkt hat, dreht und



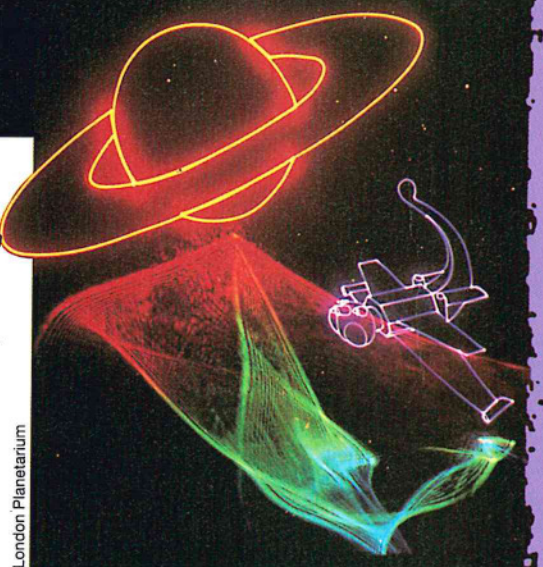
Ray Duns

◀ ***Farbige Laserstrahlen** flackern über den Köpfen der Zuschauer. Wenn ein Strahl mehrfach den selben „Pfad" abfährt, entstehen am dunklen Projektionshimmel Linien und Figuren aus Licht (unten). Diese Technik nutzt man auch in Planetarien, um bewegte Schaubilder zu projizieren.*



Stefan Limmroth

◀ ***Die Mechanik und die Elektronik,** die den „durchgedrehten" Plattenspielerarm in dem Kunstobjekt von Stefan Limmroth bewegen, sind bewußt zur Schau gestellt. Gerade die Vorgänge im sonst geschlossenen Unterbau machen den besonderen Reiz beim „Auftritt" des Plattenarms aus.*



London Planetarium



zuckt er hin und her, als wolle er sich die Sache noch einmal überlegen. Sobald er die Musik auf dem Plattenteller kurz angespielt hat, erhebt er sich wieder und vollführt die irrwitzigsten Verrenkungen und Drehungen.

Nicht nur Elektronik, auch die für viele elektronische Geräte zukunftsweisende Laserstrahltechnik hat in die Kunst Einzug gehalten. Mit der Holographie, die sich des Laserlichts bedient, sind bisher noch keine bemerkenswerten Kunstwerke geschaffen worden. Selbstverständlich ist es verblüffend, wenn aus einem zweidimensionalen Bild scheinbar ein Wasserhahn ragt, der sich beim Vorbeigehen sogar perspektivisch verändert. Doch außer der Freude an der Illusion führen die Holographien kaum zu nachhaltigen Eindrücken, die betroffen machen oder die Phantasie anregen. Nicht verwunderlich also, daß man solche Bilder eher in einer Ausstellung für optische Täuschungen als in einem Museum für Moderne Kunst findet.

Über den Stand der netten Unterhaltung sind auch die meisten Vorführungen mit Laserstrahlprojektoren nicht hinausgekommen. Wie eine aufgemotzte Disco-Beleuchtung ziehen die Laserstrahlen ihre Linien über den nächtlichen Himmel oder eine Kuppeldecke, um zur Musikshow den passenden optischen „Knabberkram" zu liefern.

Lasershows

Ob die Lasertechnik doch noch zu denkwürdigen Kunstwerken führt, wird sich zeigen. Auf jeden Fall darf man gespannt sein, welchen Einfluß weitere technische und elektronische Geräte zukünftig in der Kunst spielen werden. In manchen Kunstströmungen mag es, um dem Wust von technischen und medialen Ereignissen etwas entgegenzusetzen, zu einer Rückbesinnung auf alte künstlerische Traditionen kommen.

Andere Künstler werden jedoch auch weiterhin die elektronischen Medien nutzen. Ein durchaus lohnendes Feld, denn viele Menschen halten das, was im Fernsehen über die Mattscheibe flimmert, für die Wirklichkeit, und nicht das, was sie selbst erleben. Das künstlerische Kontrastprogramm dazu versucht nun, gerade durch die geballte Vielfalt der Bilder und Töne die eigene Vorstellungswelt wiederzubeleben.



▶ ***Detonographien:*** *E. Rosenberg fertigt Gipsformen, die sie auf eine mit Sprengstoff versehene Metallplatte legt. Bei der Explosion wird das Metall auf den Gips gepreßt, ein Relief entsteht (unten).*

Oren Rosenberg

Kaum zu glauben

EINGEWICKELT
1983 VERWIRKLICHTE DER VERPACKUNGSKÜNSTLER CHRISTO SEIN BISHER GRÖSSTES PROJEKT: ER WICKELTE ELF INSELN VOR DER KÜSTE VON FLORIDA IN 603 000 M² PINKFARBENE PLASTIKFOLIE EIN!



Paul Raymonde

Selbsternannte Rebellen

Wenn etwas zu Beginn des neuen Jahrtausends die gewohnten Bahnen unserer Wahrnehmung sprengen könnte, sind es vielleicht Aktionen wie die der „Hoax"-Gruppen in den USA. Die selbsternannten Kunstrebellen wollen durch Filme, Plakate und Aktionen Aufsehen erregen, so daß die Medien darüber berichten. Ist ihr Vorhaben erst in aller Munde, stellen sie klar, daß es nur darum ging, den Menschen einen Spiegel vorzuhalten. So schafften es Hoax-Künstler, daß in den USA bis in die höchsten Gremien diskutiert wurde, ob man Haustiere bekleiden solle. Als sich herausstellte, daß die Aktion von den Künstlern ins Leben gerufen wurde, um offenzulegen, wie verklemmt die amerikanische Gesellschaft ist, stand manch einer, der sich besonders heftig für die Tierbekleidung eingesetzt hatte, wie ein begossener Pudel da.

Tootal Group

TEXTILDESIGN AUF KNOPFDRUCK

In Zukunft werden wohl die meisten Textildesigner an Computern arbeiten, denn viele Arbeitsschritte, die früher zeitaufwendig und kostspielig waren, können am Rechner schnell und einfach erledigt werden. Der Modeschöpfer entwirft am Bildschirm die Rapports (Wiederholungen) im Stoffmuster, „webt" den Stoff aus verschiedenfarbigen Fäden und schneidert aus dem entstandenen „Tuch" sogar Kleidungsstücke. Aufgrund der Stoff- und Webmuster, die ein Farblaserdrucker aus den Computerbildern erstellt, können Großhändler schon Aufträge erteilen, lange bevor die ersten Stoffdruck- oder Webmaschinen angelaufen sind. AVL Looms, eine Weberei in den Vereinigten Staaten, ist für die Branche absolut zukunftsweisend: Der Computer, an dem die Stoffmuster entstehen, steuert auch die Maschinen.



● GETREIDEALKOHOL ● HYBRIDFAHRZEUGE

● KNALLGASANTRIEB

NEUER SPRIT

***Viele Formel-1-Rennwagen** sind mittlerweile auf den Holzalkohol Methanol umgerüstet worden, weil sich dieser Sprit im Motor hoch verdichten läßt und dadurch hohe Motorleistungen ermöglicht.*

Robert Brown/Allsport

TRAUM JEDES AUTOFAHRERS ist, statt für horrende Preise Treibstoff aus raffineriertem Erdöl tanken zu müssen, den Tank zu Hause mit dem Gartenschlauch zu füllen – aus der Wasserleitung, versteht sich! Gar so einfach wird die Energieversorgung unserer geliebten Blechkisten in Zukunft nicht sein, aber die Bestandteile des Wassers können durchaus Motoren antreiben.

Die Umweltbelastung durch Autoabgase ist so dramatisch geworden, daß in den letzten Jahren in den USA und Europa strenge Gesetze über den zulässigen Schadstoffausstoß von Fahrzeugen verabschiedet wurden. Zwangsläufig mußten die Fahrzeughersteller ihren Produkten das "Benzinsaufen" abgewöhnen und die Abgaswerte der Motoren wesentlich verbessern, denn was bislang nach dem Verbrennungsvorgang von Benzin und Diesel an Kohlenmonoxid, Rußpartikeln und Schwermetallen – bei verbleiten Kraftstoffen – zum Auspuff herausgeblasen wurde, schädigt unsere Gesundheit ganz erheblich. Doch so begrüßenswert eine höhere Kilometerleistung pro Liter Treibstoff und verminderte Abgaswerte durch unverbleites Benzin und geregelte Katalysatoren auch sein mögen, zwei gewichtige Probleme bleiben bestehen.

Zum einen werden die Ölquellen nicht ewig sprudeln. Zum anderen entsteht beim Verbrennungsvorgang zwangsläufig Kohlendioxid, denn der im fossilen Brennstoff Erdöl enthaltene Kohlenstoff oxidiert zu Kohlendioxid, ein für den Menschen unschädliches Gas, das jedoch den natürlichen Treibhauseffekt bedrohlich verstärkt.

Langfristig müssen also alternative Antriebsenergien gefunden werden, die sich kostengünstig gewinnen lassen und bei deren Herstellung oder Verbrennung kein zusätzliches Kohlendioxid frei wird. Derzeit gibt es nur drei Energieformen , die diese Bedingungen erfüllen: Biomasse, denn diese pflanzlichen Rohstoffe verbrauchen bei der Photosynthese genau soviel Kohlendioxid, wie später bei der Verbrennung des aus ihnen hergestellten Treibstoffs entsteht, Wasserstoff und elektrischer Strom, sofern zu deren Gewinnung nicht fossile Brennstoffe benötigt werden.

Alkohol im Tank

Biomasse liefert schon heute einen brauchbaren Benzinersatz. In Brasilien läßt man Zuckerrohr und in den USA Mais vergären, um daraus Ethanol (Getreidealkohol) zu gewinnen. In den USA wird außerdem aus Holzspänen und Stroh Methanol (Holzalkohol) hergestellt. Herkömmliche Verbrennungsmotoren, deren Vergaser leicht modifiziert



MIT SONNE UND SEGEL

Das ideale Fahrzeug der Zukunft funktioniert völlig „abgasfrei“ und nutzt Energiequellen , die im Überfluß vorhanden sind: Sonnen- oder Windkraft beziehungsweise daraus gewonnene elektrische Energie. Mit Solarzellen ausgestattete Experimentalfahrzeuge wetteifern seit Jahren um die bestmöglichste Energieausnutzung. Die leichten, windschnittigen Fahrzeuge, die gerade einer Person Platz bieten, lassen sich jedoch nicht wie konventionelle Autos einsetzen. Probleme bereiten bisher noch die Solarzellen, denn sie brauchen eine sehr große Fläche, um genügend Strom für den elektrischen Antriebsmotor zu produzieren. Auch die Speicherung des Stroms ist bisher noch problematisch. Selbst die modernsten Batterien sind im Verhältnis zum extrem leichten Vehikel noch zu groß und zu schwer. Das Solarmobil als „Massenverkehrsmittel“ wird wohl noch geraume Zeit ein Traum bleiben.

Die Nutzung des Windes ist zur Zeit noch gar nicht ausgereift aber durchaus denkbar. Man müßte entweder mit Segeln arbeiten, die eine Steuerelektronik permanent ausrichtet, oder eine Turbine einsetzen, die mit Hilfe des Windes Strom erzeugt, der dann über einen Elektromotor das Fahrzeug antreibt.

wird, schlucken beide Alkohole ohne Probleme. Alkohol als „Sprit“ hat den Vorteil, daß er schadstoffarm verbrennt, sich im Motor hoch verdichten läßt und damit entsprechend hohe Motorleistungen bringt.

Nachteil ist zur Zeit noch, daß der neue Treibstoff in der Herstellung teurer ist als Benzin. Wollte man zudem sämtlichen Kraftstoff aus pflanzlichem Material herstellen, müßten sehr viele landwirtschaftliche Nutzflächen, die dem Anbau von Nahrungsmitteln dienen, aber auch Wälder, der Lebensraum vieler Tiere, in Felder mit energieträchtiger Biomasse umgewandelt werden.

Der stets molekular auftretende gasförmige Wasserstoff (H_2) ist da als alternativer Energielieferant schon interessanter, sofern bei seiner Gewinnung kein Kohlenmonoxid oder -dioxid entsteht. Das ist bisher nur bei der Spaltung des Wassers (H_2O) mit Hilfe der Elektrolyse der Fall, denn bei der Wasserstoffgewinnung aus Methan (CH_4) und Propan (C_3H_4) spaltet sich immer Kohlenstoff ab, der sich mit dem Luftsauerstoff zu CO oder CO_2 verbindet.

Hochexplosiv

Wenn sich die Gase Wasserstoff und Sauerstoff wieder verbinden, wird schlagartig die Energie frei, die man zuvor zur Wasseraufspaltung aufgewendet hat. Zu diesem Zweck zündet man Knallgas, mit Luftsauerstoff vermischten Wasserstoff, im Brennraum des Motors. Die Reaktionsfreundlichkeit mit Sauerstoff macht jedoch die Zuleitung des Wasserstoffs vom Tank zum Motor zu einer brisanten Angelegenheit. Ein kleines Leck und ein Funke, etwa von einem Wackelkontakt, reichen aus, um das Fahrzeug samt Insassen in ihre Bestandteile zu zerlegen. Doppelte Zuleitungsschläuche und spezielle Dichtungen sind daher unumgänglich, damit die Fahrt mit dem alternativen Treibstoff nicht zum Ritt auf dem Pulverfaß wird.

Knallgasantrieb

Ein weiterer Nachteil des Wasserstoffs ist seine geringe Energiedichte. Man braucht viel Gas, das in einem gekühlten Tank unter Druck steht, um eine wesentlich kleinere Menge konventionellen Kraftstoffs zu ersetzen. Der Drucktank nimmt also im Verhältnis zur Wagengröße sehr viel Platz in Anspruch.

Allen Nachteilen zum Trotz, Wasserstoff könnte als Treibstoff der Zukunft geeignet sein, weil Wasser schier unerschöpflich vorhanden ist, und bei der Verbrennung lediglich Hitze und Wasserdampf entstehen. Führende deutsche Automobilhersteller wie Mercedes-Benz und BMW, aber auch japanische Konkurrenten, basteln schon seit Jahren an Testfahrzeugen mit Wasserstoffmotor. Bevor jedoch das „Wasserstoffauto“ serienmäßig auf den Markt kommt, werden wohl noch Jahrzehnte vergehen.

Das Stadtauto

Elektrofahrzeuge, von ihren Herstellern als Gefährt der Zukunft gepriesen, sind als Stadtautos schon seit einigen Jahren im Handel. Bisher haben sie jedoch den Nachteil, daß ihre Reichweite auf etwa 100 Kilometer begrenzt ist und die Akkumulatoren, die den Elektromotor antreiben, stundenlang aufgeladen werden müssen. Vorteil der leisen Elektroautos: Sie erzeugen beim Betrieb keinerlei schädliche Abgase. Selbst die Emissionen, die bei der Erzeugung des Stroms in Kraftwerken entstehen, sind verglichen mit denen der unzähligen „Benzinschlucker“ sehr gering.

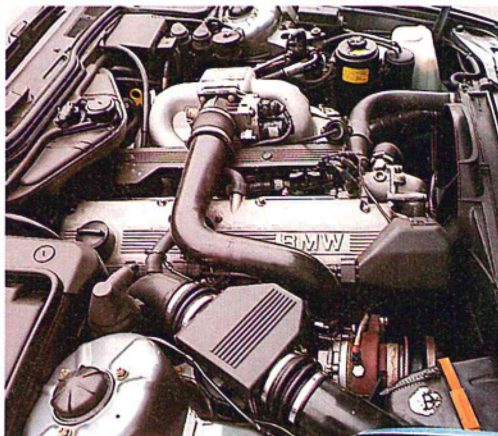
Bisher gibt es noch keine klaren Entscheidungen, welche Energieform in Zukunft im Kraftverkehr genutzt werden soll. Wahrscheinlich sind zunächst einmal Kompromisse interessant, die keine große Umrüstung an den Tankstellen erfordern, beispielsweise Hybridfahrzeuge. Volkswagen erprobt derzeit so ein Zwittergefährt mit Diesel- und Elektroantrieb. Tritt man das Gaspedal nur zu einem Drittel durch – was im Stadtverkehr meist ausreicht –, wird das Auto vom Elektromotor angetrieben. Soll es schneller vorangehen, schaltet eine Kupplung auf den Dieselmotor um, der nebenbei auch die Batterie des Elektromotors aufladen kann.

Kaum zu glauben

HIER BEDIENT SIE ROBI
EIN SCHWEDISCHER KONZERN HAT ROBOTER ENTWICKELT, DIE AUTOS BETANKEN KÖNNEN – FÜR ALLE, DIE ZU FAUL SIND, AUS IHRER BLECHKISTE AUSZUSTEIGEN.



Hank Morgan/SPL



Car Magazine/Martyn Goddard

◀ ***Mit Wasserstoff** betriebene Motoren werden derzeit von großen Automobilkonzernen entwickelt. Wasserstoff läßt sich aus Wasser herstellen und verwandelt sich nach dem Verbrennen in unschädlichen Wasserdampf. Doch einen Haken hat der hochexplosive Kraftstoff noch: Wegen seiner geringen Energiedichte muß er in flüssiger Form bei hohem Druck und niedrigen Temperaturen gelagert werden. Die Prototypen (unten) haben deshalb einen verhältnismäßig großen Tank.*

INS/Jerrican



Bewässerung genügt nicht, um Wüstenflächen landwirtschaftlich zu nutzen. Bei übermäßiger Wasserzufuhr sammeln sich Salze im Boden und machen ihn unfruchtbar.

Tony Stone Photo Library, London

GLOBALE VERWÜSTUNG

BAYERN WIRD ZUR WÜSTE – selbstverständlich nur sinnbildlich, denn noch ist die Sahara nicht bis nach Süddeutschland vorgedrungen. Aber es stimmt: Die Wüsten der Erde wachsen. Jedes Jahr verödet eine Fläche so groß wie das südliche Bundesland.



Hutchison Library

▲ ***Die Dürrekatastrophe** in der Sahel-Zone in den 70er Jahren wurde durch große Viehherden verstärkt, die auf der Suche nach Weidegründen in bis dahin intakte Savannen getrieben wurden.*

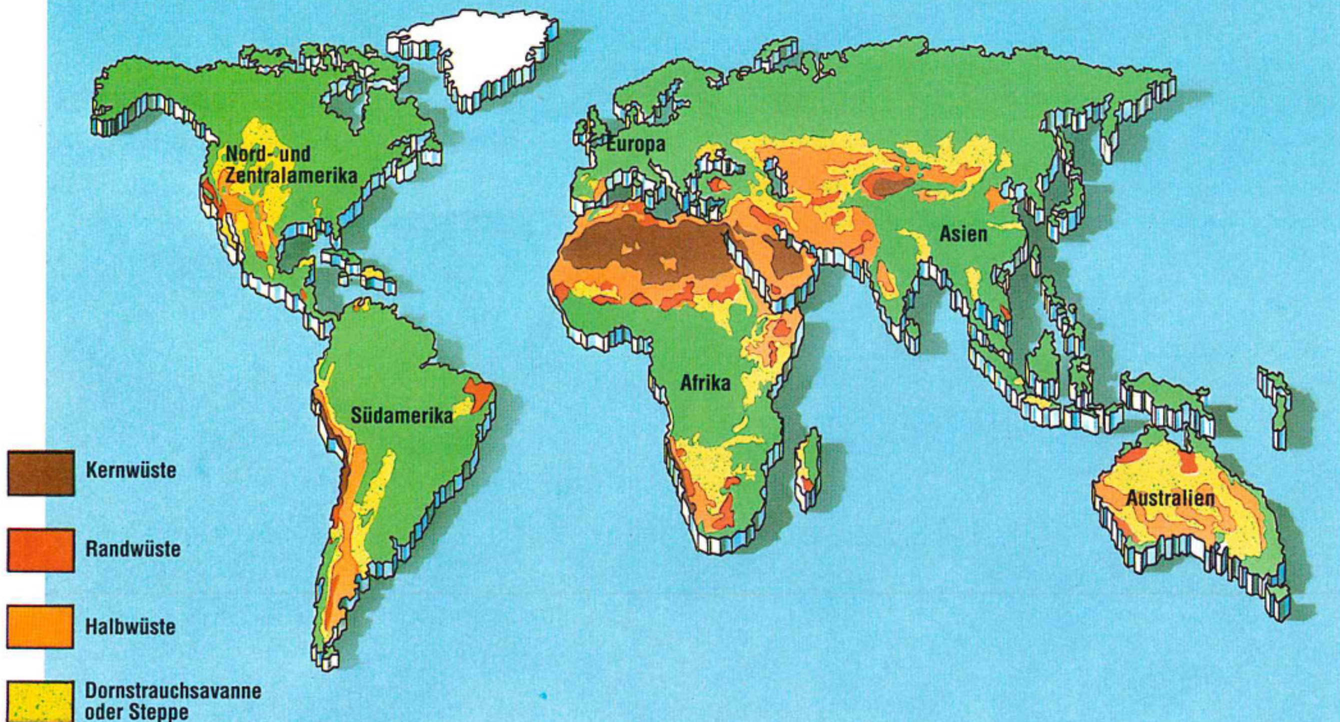
75 % der Landfläche Australiens sind Wüsten, Halbwüsten oder öde Steppen. In Asien liegt 34 %, in Südamerika 20 % und in Nord- und Mittelamerika 19 % des Landes als trockene Einöde brach. Selbst Europa besteht zu 2 % aus unfruchtbarem Ödland. Diese Zahlen hören sich böse an, doch sie allein sind noch kein Grund zur Panik.

Seit der letzten Eiszeit breiten sich die trocken-heißen Klimazonen, die während der Kälteperioden geschrumpft waren, wieder aus. An sich ein ganz natürlicher Vorgang. Doch ganz so natürlich ist die Sache auch wieder nicht. Seit gut hundert Jahren sind die Eingriffe des Menschen in den Lebensraum Erde so schwerwiegend, daß sie entscheidend zur Ausweitung der Wüsten beitragen.

In vielen Weltgegenden schädigt der Mensch die Vegetationsdecke, die das Erdreich zusammenhält und es vor der Verödung schützt: ganz direkt, indem er sie landwirtschaftlich falsch nutzt, überweidet oder Wälder abholzt. Auch indirekt trägt der Mensch zur Wüstenbildung bei: durch eine Industrialisierung, die den natürlichen Treibhauseffekt extrem verstärkt.

Wälder werden aus verschiedenen Gründen abgeholzt. In kargen Regionen fallen die Bäume der Axt zum Opfer, weil Brennholz benötigt wird. In den üppigen tropischen Regenwäldern roden verarmte Bauern, weil sie Ackerfläche benötigen, und Großgrundbesitzer lassen Bäume fällen, damit auf dem gerodeten Grund riesige Viehherden weiden können, deren Fleisch für Feinschmecker reicher Industrienationen bestimmt ist.





Mit der Abholzung geht fast immer die Verödung des Bodens einher. Schon die ersten starken Regenfälle schwemmen große Teile der Nährstoffe aus dem Boden fort. Die restlichen Nährstoffe brauchen die angepflanzten Nutzpflanzen innerhalb weniger Jahre auf. Sie selbst liefern keinen Dünger. Zwangsläufig ist der Boden bald unfruchtbar, und neue Gebiete müssen kahlgeschlagen werden. Auch die großen Weideflächen können die riesigen Viehherden nur einige Jahre versorgen, dann ist der Boden so weit abgegrast, daß über Jahrzehnte keine Hälmchen mehr wächst.

Das Problem der Überweidung haben auch die Nomadenvölker am Rande der Sahara. Die Klimaveränderungen der letzten Jahrzehnte führten zu immer längeren Dürreperioden, die sie zwangen, ihre Rinder oder Ziegenherden in die angrenzenden Steppenregionen zu treiben. Dadurch leidet die Vegetationsdecke so sehr, daß sie den Boden nicht mehr vor der Verwüstung schützen kann. Die Hufe der Tiere und ihr unbändiger Hunger machen bald auch den letzten Pflanzen den Garaus.

▲ ***Die Wüsten** weiten sich aus. Abholzung von Wäldern verwandelt fruchtbares Land in Steppen, Überweidung macht aus Steppen Halbwüsten, und Randwüsten werden durch weltweit steigende Temperaturen zu Kernwüsten.*



▶ ***Wanderdünen** am Rande der Sahara bedrohen ein Dorf. Links im Bild sind die Gebäude schon vollig vom Sand eingeschlossen.*

Tor Eigeland/Black Star/Colorific!

Kaum zu glauben

SIEGESZUG DER WÜSTE

JEDES JAHR GEHEN ETWA 70 000 KM² FRUCHTBAREN LANDES – DAS ENTSPRICHT DER FLÄCHE VON ÜBER 8 MILLIONEN FUSSBALLFELDERN – AN DIE WÜSTE VERLOREN.



Paul Raymonde

Tropfen für Tropfen

Auch mancher auf den ersten Blick erfreuliche Versuch, Einöden durch Bewässerung in blühende Gärten zu verwandeln, bewirkt tatsächlich das Gegenteil. Wird der Boden nicht mit einer schonenden Tropfbewässerung versorgt und durch Drainageleitungen vor Überwässerung geschützt, dann konzentrieren sich durch die Bewässerung ausgewaschene Mineralien aus tieferen Bodenschichten und im Wasser enthaltene Salze im fruchtbaren Erdreich. Die Erträge gehen aufgrund dieser Versalzung allmählich zurück, und zu „guter" Letzt verkommt der Boden zu einer regelrechten Salzwüste.

Selbst wenn sofort auf weitere Rodungen verzichtet wird und der Boden in Trockenzonen richtig bewässert und genutzt wird, bleibt ein Problem: Die Industrie- und Autoabgase sorgen durch den hohen Anteil an Kohlendioxid dafür, daß sich das Treibhausklima auf unserem Planeten weiter verstärkt.

Dadurch steigen weltweit die Temperaturen und die trocken-heißen Klimazonen breiten sich kontinuierlich aus. Sollte dieser Prozeß fortschreiten, könnte wahr werden, was einige Klima-Forscher bereits kommen sehen. In ihrer Vision kann man bereits im 21. Jahrhundert an der Nordsee am Palmenstrand liegen, während in den Steppen Bayerns Kamelherden grasen.

● CHAOS AM FEIERABEND ● EXTRASPUREN ● BUS UND BAHN

DER SUPERSTAU

„FAHRER MIT ORTSKENNTNIS werden gebeten, den Bereich des Staus weiträumig zu umfahren." Wollte man diesen Ratschlag der Verkehrsnachrichten stets befolgen, dürfte man in einige Städte eigentlich gar nicht mehr mit dem eigenen Auto hinein.

Mit absoluter Regelmäßigkeit bricht in den meisten Städten zweimal am Tag der Autoverkehr zusammen. Wer sich in der eigenen Blechkiste zur Arbeit und zurück nach Hause bewegt, weiß, was die Stunde geschlagen hat, wenn die Bremslichter seiner Vorderleute aufleuchten: Er sitzt im Stau.

Verkehrsplaner raufen sich auf der Suche nach Auswegen die Haare. So geht es nicht weiter, doch wie soll es weitergehen?

Zusätzliche Straßen sind keine Lösung, das zeigt die Erfahrung, die Stadtplaner in Kalifornien gemacht haben. Los Angeles ist die erste Stadt der Welt, die regelrecht für den Autoverkehr konzipiert wurde. Alle Straßen im Zentrum sind mehrspurig. Und dennoch: Zu fast jeder Tageszeit stehen hier Autos im Stau. Städte saugen wie Schwämme alles auf, was hineingeht.

Eine weitere Erkenntnis der Verkehrsexperten: In den meisten Kisten, die im Stau stehen, sitzt nur der Fahrer. In der Hauptstadt Washington ließ man sich daher etwas einfallen. Im Stadtkern reservierte man Fahrspuren für Autos mit mindestens drei Insassen. Die Aussicht, auf der Extraspur an den Einzelkämpfern im Stau vorbeibrettern zu dürfen, erwies sich als so verlockend, daß sich viele Autobesitzer regelrecht um Mitfahrer rissen.

Auch in anderen Ländern ist man bemüht, den drohenden Verkehrsinfarkt zu verhindern. So müssen die Autofahrer in Tokio einen für sie reservierten Parkplatz in der City nachweisen, bevor sie überhaupt mit dem Auto hinein dürfen. Und in Paris setzt man, statt neue Parkflächen zu schaffen, auf das Gegenteil. Über 200 000 Parkplätze im Stadtgebiet sollen abgeschafft werden, damit die Suche danach so aussichtslos wird, daß die Autofahrer auf Nahverkehrsmittel umsteigen.

P. Seaward/Tony Stone Photo Library, London



▼ An Monitoren überwacht man den Verkehr. Auf der Autobahn Lyon-Genf versucht man, ihn mit umschaltbaren Richtgeschwindigkeitstafeln in Fluß zu halten.

P. Psaila/Gamma/Frank Spooner Pictures

Umsteiger

„Umsteigen" scheint für die meisten Verkehrsplaner das Zauberwort zu sein, das Staus auflöst. Doch bevor sich die Städter vorzugsweise mit öffentlichen Verkehrsmitteln bewegen, muß das Bus- und Bahnnetz dichter geflochten werden. Schon heute sind Bahnen und Busse zur „Rush-Hour" zum Bersten gefüllt, und außerhalb der Stoßzeiten steht man sich an vielen Haltestellen die Beine in den Bauch.

Freie Fahrt für mehr Bahnen und Busse heißt also die Devise, denn wer steigt schon statt ins Auto in einen knackvollen Bus, der auch nur im Stau stecken bleibt? Neue Untergrund- und Trassenbahnen kämen schnell voran, doch ihr Bau ist extrem teuer. Die Lösung ist daher wohl nur in der Umverteilung des Raumes zu finden, den die Straßen bieten.



VERKNOTET

Als unsere Straßen einst geplant wurden, beherrschten noch Pferdefuhrwerke und Fußgänger das Bild der Städte. Kein Wunder also, daß es bei heutiger Vekehrsdichte immer häufiger zum totalen Chaos kommt. Sobald eine Straße blockiert ist, staut sich



Ed Rooney/Tony Stone Photo Library, London

der Verkehr zwangsläufig auch auf den kreuzenden Straßen – und wenig später auf den Parallelstraßen.
Computergesteuerte Verkehrsleitsysteme können diese „gordischen" Vekehrsknoten zwar kurzfristig lösen. Weil der reibungslose Verkehr jedoch nur weitere Autofahrer anzieht, ist die Stadt schnell wieder so „dicht", daß kein Durchkommen ist.

Bei der Planung neuer Ballungszentren kann man dem Beispiel der Stadt Curitiba in Brasilien folgen. Die Stadtplaner richteten Schnellfahrspuren für Busse ein, die sternförmig zum Zentrum führen. Zubringerlinien schließen die Wohngebiete an dieses Netz an. Das funktioniert so gut, daß die meisten Autobesitzer ohne ihre Rostlauben zur Arbeit fahren.

Auf dem richtigen Weg

Der konsequenteste Weg wäre jedoch, was Umweltschützer schon lange fordern: die autofreie Innenstadt. Doch werden die meisten Stadtväter wohl eher in der dicken Smogluft mit Atemnot von ihren Sesseln kippen, als daß sie sich zu einer solchen drastischen Maßnahme durchringen. Immerhin haben einige von ihnen die Zeichen der Zeit zumindest so weit erkannt, daß sie preisgünstige „Grüne Monatskarten" eingeführt haben, damit Autofahrer, die ihre Stinkekiste zum Allgemeinwohl in der Garage lassen, nicht auch noch kräftig für ihre Großtat zahlen müssen.

Kaum zu glauben

BLECHLAWINE
DEN VERKEHRSKNOTENPUNKT "EAST LOS ANGELES INTERCHANGE" PASSIEREN AN EINEM WERKTAG ÜBER EINE HALBE MILLION FAHRZEUGE – MEHR ALS 60 AUTOS PRO SEKUNDE!



Paul Raymonde



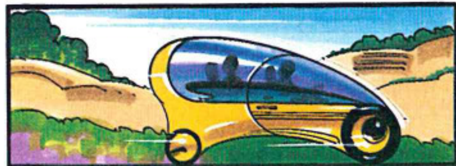
General Logistics PLC

◀ ***Bordcomputer,*** *die den Fahrer über Staus auf seiner Strecke informieren und auf einer Flüssigkristallanzeige mögliche Ausweichrouten anzeigen, werden bereits erprobt. Mit solchen elektronischen Verkehrsleitsystemen und einer Elektronik, die eine Verringerung der Fahrzeugabstände gefahrlos ermöglicht, könnte das Straßennetz der Großstädte besser ausgelastet werden.*

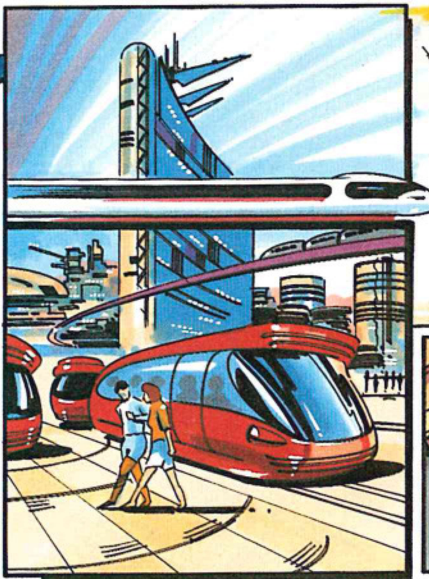
BLICK IN DIE ZUKUNFT

AUTOFREIE INNENSTÄDTE





▲ *Privatfahrzeuge werden im 21. Jahrhundert wahrscheinlich aus den Innenstädten verbannt und nur noch für lange Fahrten über Land zugelassen sein.*



▲ *Busse und Bahnen befördern die Menschen in die Stadt und wieder zurück, und Robot-Lastentaxis bringen vom Einkaufsbummel schwere Taschen nach Hause.*



▲ *Wer´s sportlich mag, geht zu Fuß oder schwingt sich auf sein Fahrrad. Einziges Problem: Das hohe Zweiradaufkommen könnte wiederum zu Staus führen.*

Joe Lawrence



DAS VERCHIPTE KLASSENZIMMER



W. Industries

EINE SCHULE OHNE LEHRER, in der man am Computer lernt, seinen Lernrhythmus selber bestimmt und in der es nur Wartungspersonal für die Rechner gibt, wird so etwa die Schule der Zukunft aussehen?

Als Anfang der 70er Jahre findige Schüler Taschenrechner in den Mathematikunterricht mitbrachten, waren die Lehrer entsetzt. Viele Pauker versuchten, die alten Rechenkünste hochzuhalten und verboten die Zauberkästen. Vergeblich!

Heute belächelt man die Vorboten dieser neuen Welt der Chips und Megabytes. Längst haben die Lehrer begriffen, daß Monitor und Rechner ihre Vorzüge haben. Um mit einem Computer umgehen zu können, muß man logisch denken können. Einige Programme erfordern so viel Verständnis für komplizierte Vorgänge, daß sich mancher Pauker wundert, wie selbstverständlich Schüler, denen schwierige Denkaufgaben früher ein Greuel waren, in der digitalen Welt „herumturnen".

Doch das ist nur eine Seite. Den Einsatz von Computern im Unterricht finden viele Schüler interessanter als das Lernen aus Büchern. Doch das muß ja



Hank Morgan/Science Photo Library

◄ ***Universitäten,** in denen die Studenten auf ihrem Arbeitsplatz Rechnungen oder Versuche nachvollziehen können, gelten als zukunftsweisend. Ob auch Geräte hilfreich sind, die eine wirklichkeitsnahe Computerwelt vorspiegeln (rechts), wird von Kritikern bezweifelt.*





Labat/Jerrican



▼ ***Ohne Risiko*** *können zukünftige Lokführer ihre ersten Runden am Bildschirm drehen. Eine Kamera, die die Strecke im Modell abfährt (links), macht es möglich.*

nicht so bleiben: Was passiert, wenn die Maschinchen ihren Reiz erst einmal verloren haben? Womit lockt man die Schüler dann aus der Reserve?

Zukunftsweisend beim Lernen mit digitalen Medien sind Computer, die Daten von Laser-CDs verarbeiten. Eine einzige 30-cm-CD kann Datensätze von bis zu vier Giga-Byte speichern. Das ermöglicht es Schülern beispielsweise, komplizierte und gefährliche wissenschaftliche Experimente selbst auszuführen – zwar nur auf dem Bildschirm, aber so, daß sie den Ablauf des Versuchs in jedem Moment steuern.

Lernmaschinen

Solche Lernmaschinen können den Unterricht anschaulicher machen, zweifellos. Ohne Lehrer wird es aber dennoch nicht gehen – nicht weil man sie als strenge Herrscher über gute oder schlechte Noten bräuchte. Lernen ist mehr als pures Auswendiglernen von Informationen, die einem vom Computer in mundgerechten Happen serviert werden. Man muß sie verdauen, das heißt hinterfragen und überprüfen, in welchem Zusammenhang sie stehen. Dabei kann dem Schüler aber nur jemand mit Kenntnissen und Erfahrung helfen. Sonst besteht die Gefahr, daß er sich unrettbar im Dschungel der Informationen verirrt.

Kaum zu glauben

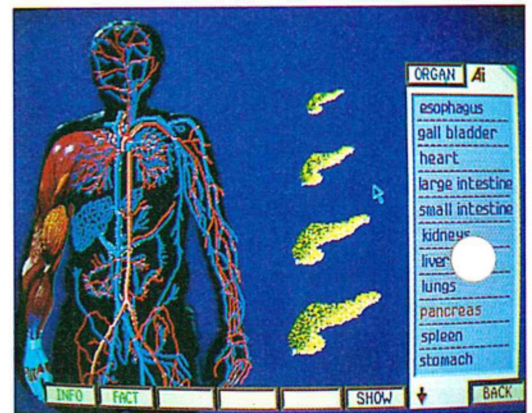
WUNDERKIND

DER JÜNGSTE DOKTOR ALLER ZEITEN HEISST CARL WITTE. DER GENIUS ERRANG DIE AUSZEICHNUNG IM ALTER VON 12 JAHREN IN GIESSEN – 1814, OHNE COMPUTERHILFE.



Paul Raymonde

▼ ***Anatomie*** *nach Computer-Art: Spielerisch können Schüler den Aufbau des menschlichen Körpers kennenlernen.*



BLICK IN DIE ZUKUNFT

INFORMATIONEN SATT



British Nuclear Forum

▲ *In Zukunft wird man durch Computer-Videosysteme noch mehr Informationsmöglichkeiten haben. Größte Schwierigkeit: eine sinnvolle Auswahl zu treffen.*

▲ *Wer seine Phantasie nicht besonders bemühen möchte, kann ein Wissensgebiet „hautnah" kennenlernen, indem er sich eine Videobrille aufsetzt.*

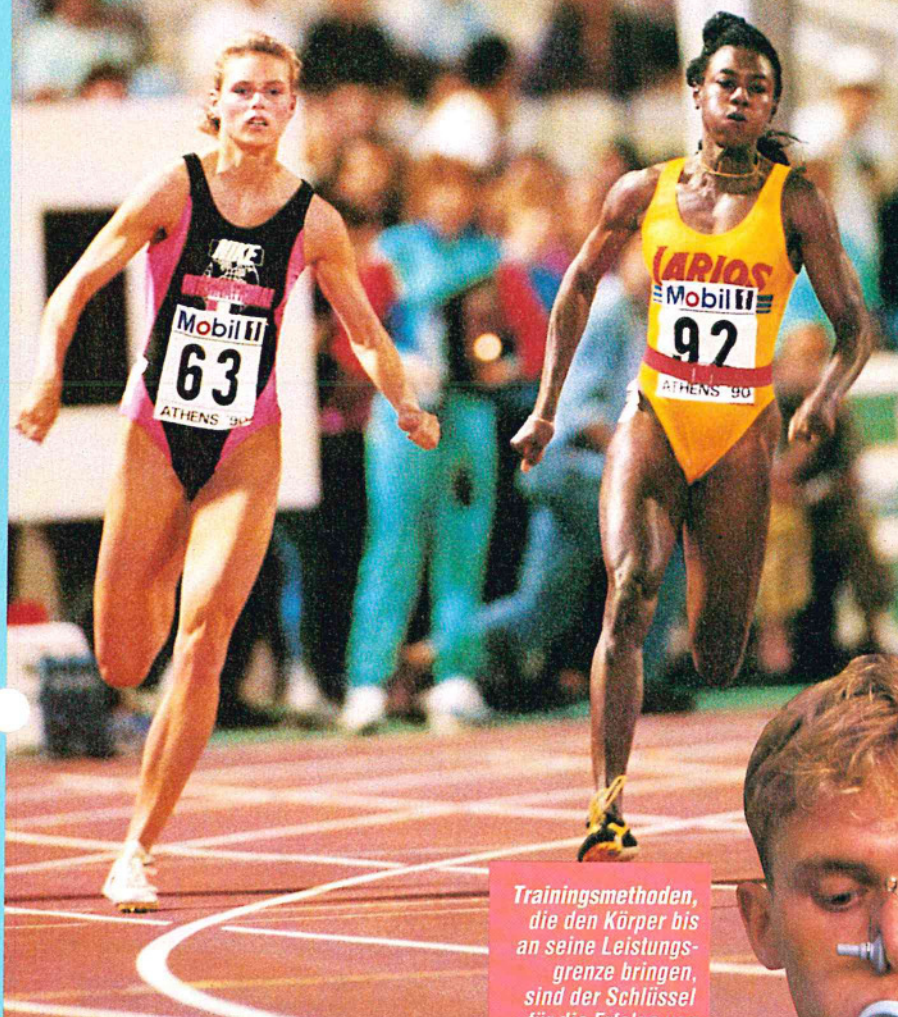
▲ *Statt in Büchereien herumzustöbern, nutzt man vielleicht schon bald kompakte Datenspeicher und „Informations-Pools", um seinen Wissensdurst zu stillen.*

Joe Lawrence



● OPTIMALE BEWEGUNGEN ● KRAFTVERLUST ● REKORDE IM COMPUTER

TECHNIK SIEGT



Mike Powell/Allsport

Trainingsmethoden, die den Körper bis an seine Leistungsgrenze bringen, sind der Schlüssel für die Erfolge von Spitzensportlern wie Kathrin Krabbe und Merlene Ottey (oben beim Sprint).

IMMER NEUE WELTREKORDE? In vielen Sportarten ist die Luft auf dem Gipfel des Erfolgs so dünn, daß die Leistungen kaum noch zu steigern sind. Wirklich? Der Computer sieht das anders.

Was tun, wenn das ausgebuffteste Muskeltraining, das den Fibrillen auch noch das Letzte abverlangt, schon ausgereizt ist. Wenn selbst Anabolika, die so geschickt eingenommen werden, daß sie in der Dopingkontrolle unbemerkt bleiben, auch nicht mehr den entscheidenden Kick zum Rekord bringen, dann ist das Ende der sportlichen Bestleistungen erreicht – so könnte man zumindest meinen.

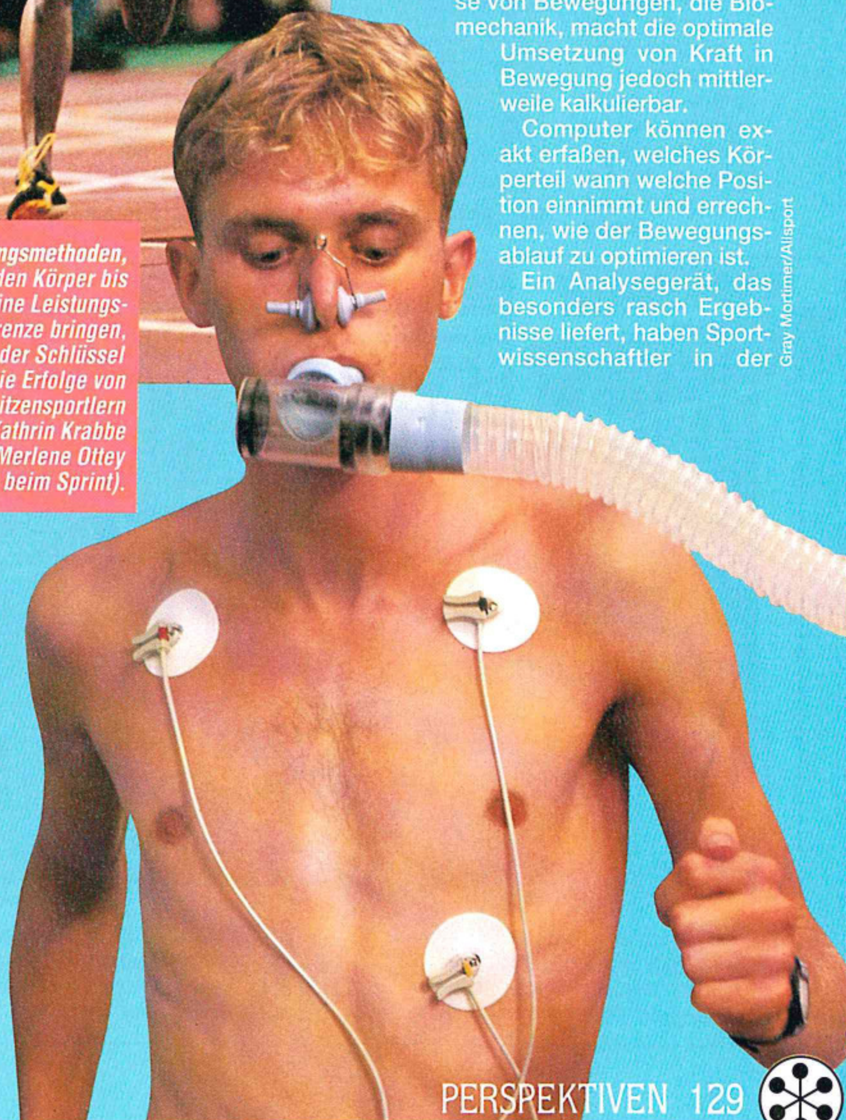
Doch längst ist Spitzensportlern und Trainern klar, daß Muskelkraft allein kein Garant für Rekorde ist. Wenn Michael Stich auf dem Tenniscourt Boris Becker vom Platz fegt, oder Kathrin Krabbe ihre härteste Konkurrentin Merlene Ottey auf der 100 Meter Distanz abhängt, dann hat das neben Kraft und Ausdauer mit zwei weiteren Faktoren zu tun: Konzentration und Technik.

Psychologen helfen schon heute dem Athleten, all seine Kräfte auf den Wettkampf zu konzentrieren. Daß ein Sportler im entscheidenden Moment „cool" bleibt, läßt sich trainieren. Hundertstel Sekunden und Millimeter kann man dadurch gewinnen, aber den großen Sprung nach vorne hat das Psychotraining bisher nicht gebracht.

Sensationelle Rekorde werden eher mit neuen Techniken wie dem Fosbury-Flop im Hochsprung erzielt. Bislang war es kaum möglich, solche genialen Ideen gezielt zu entwickeln. Die Analyse von Bewegungen, die Biomechanik, macht die optimale Umsetzung von Kraft in Bewegung jedoch mittlerweile kalkulierbar.

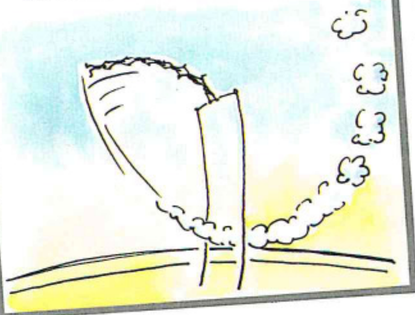
Computer können exakt erfaßen, welches Körperteil wann welche Position einnimmt und errechnen, wie der Bewegungsablauf zu optimieren ist.

Ein Analysegerät, das besonders rasch Ergebnisse liefert, haben Sportwissenschaftler in der



Gray Mortimer/Allsport





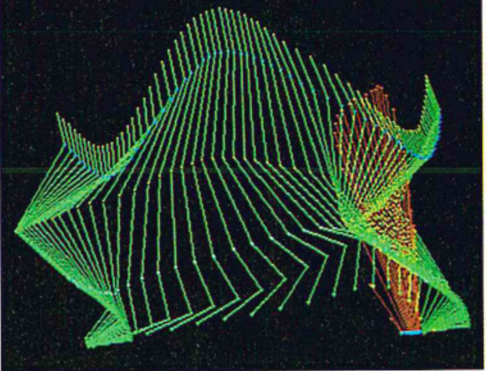
Paul Raymonde



Dept of Physical Education & Sports Science, Loughborough University

◀ ***Ein Bewegungsanalysegerät,*** *mit dem man Filmbilder in Computerdaten umsetzen kann, soll helfen, Bewegungsabläufe im Sport zu optimieren.*

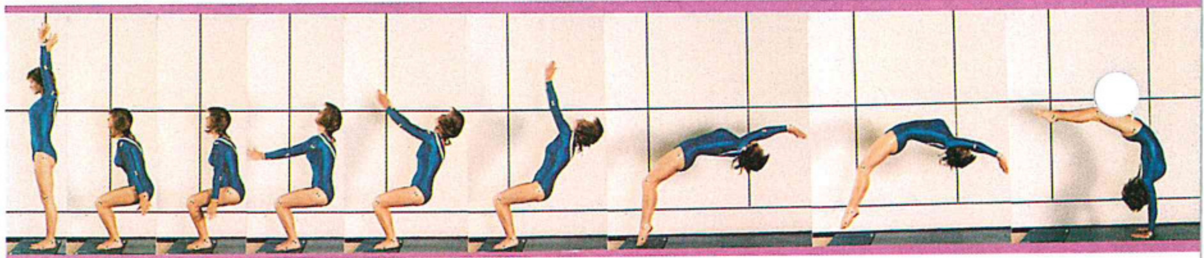
▼***CODA:*** *Ein Computerprogramm stellt einen Sprung als Muster von Strichen dar. Die auf dem Boden wirkenden Kräfte sind rot dargestellt.*



Werkfoto Charnwood Dynamics Ltd

Loughborough Universität in England entwickelt. Die Kamera des sogenannten CODA-Systems erfaßt Lichtsignale von Glasprismen, die an den Gelenken des Athleten befestigt sind. Die Signale fließen sofort als Informationen in einen Computer ein. Schon während der Sportler in Aktion ist, kann man auf dem Bildschirm erkennen, wo es im Bewegungsfluß „hakt".

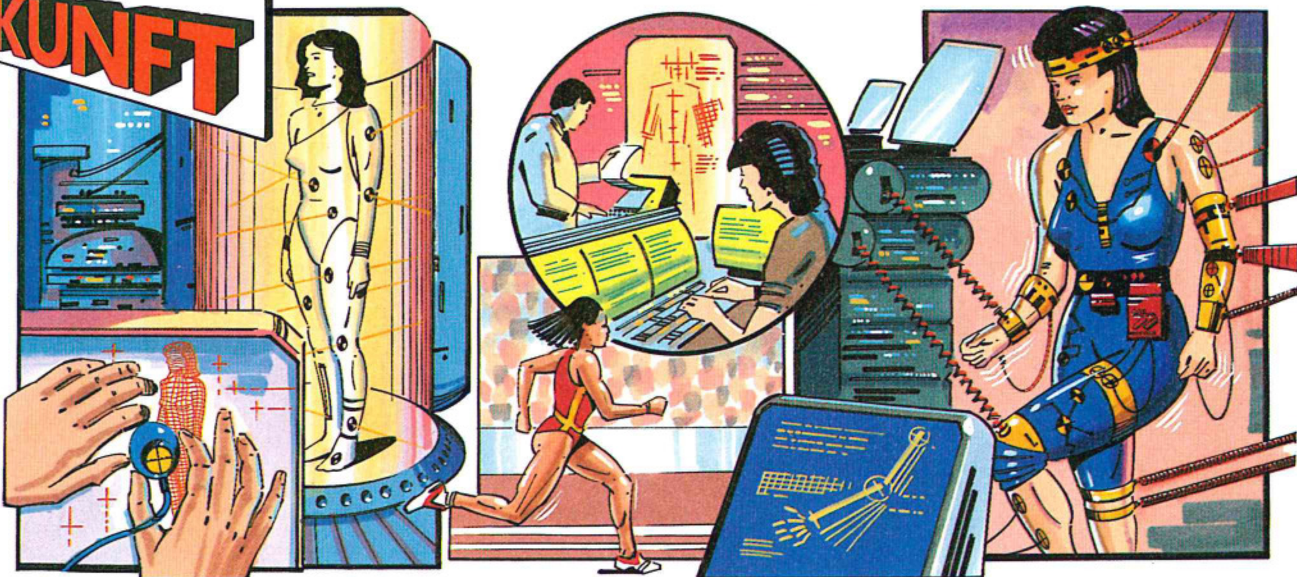
Für eine genaue Analyse müßten jedoch noch die Meßverfahren verfeinert werden. Bisher mißt man vor allem die Kräfte, die ein Athlet auf den Boden ausübt, etwa beim Weitsprung. Ließe sich nun noch exakt messen, in welcher Sprungphase wieviel Kraft verloren geht, könnte man den großen Sprung nach vorn vielleicht erzwingen – zumindest im Computer. Ob jedoch ein Sportler die bislang unerreichte Zehn-Meter-Marke überspringen könnte, wenn ihm das Strichmännchen auf dem Monitor zeigt, wie es gemacht wird, bleibt abzuwarten.



▶***Eine Meßplatte*** *unter den Füßen registriert Größe, Richtung und Verteilung der Kräfte, die beispielsweise eine Turnerin beim Absprung zum Flic-Flac auf den Boden ausübt.*

BLICK IN DIE ZUKUNFT

COMPUTER-COACH



Dept of Physical Education & Sports Science, Loughborough University

Joe Lawrence

▲ *Junge Sportler werden vielleicht schon bald mit Hilfe von Computern vermessen, um herauszufinden, wie man aus ihnen Weltmeister machen kann.*

▲ *Für rekordverdächtige Athleten entwickelt der Computer die Bewegungsfolge, mit der der Sportler die Stärken seines Körpers optimal einsetzen kann.*

▲ *Kontrollsysteme überwachen auch das Training, und melden dem Athleten sofort, wenn die Bewegungsabläufe auch nur minimal von den Idealvorgaben abweichen.*





Die Concorde der zweiten Generation: Nach den Vorstellungen britischer Flugzeugbauer soll sie doppelt so vielen Passagieren Platz bieten wie das jetzige Modell.

HYPERSCHALL JETS

Rex Features

NEW YORK-LONDON IN 3 STUNDEN – eine irrwitzige Zukunftsvision für die Passagierluftfahrt von morgen? Keineswegs! Diese Superzeit ist längst Realität: 1990 gelang einer Concorde der Sprung über den großen Teich in beachtlichen zwei Stunden und 47 Minuten.

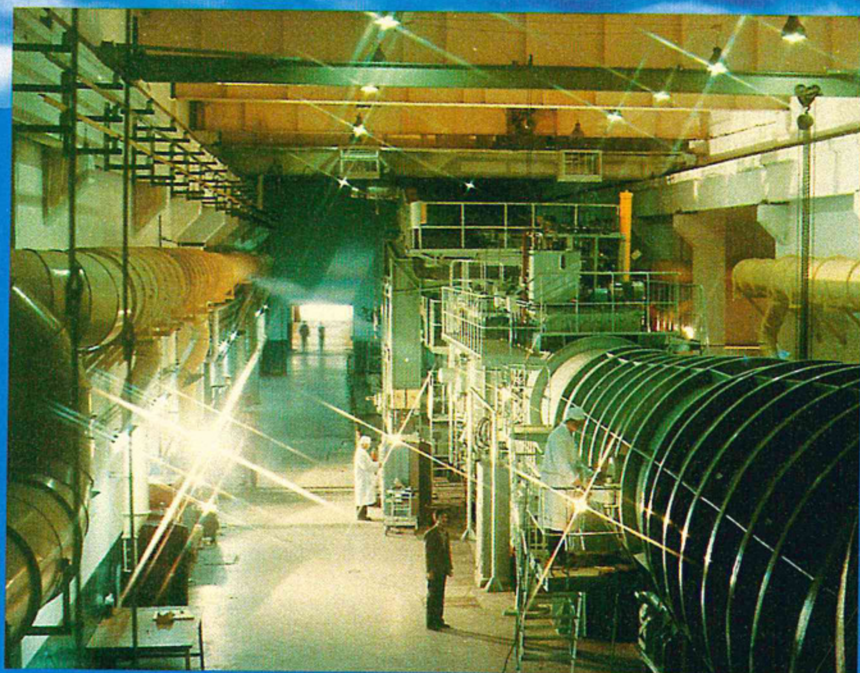
Warum fliegen eigentlich noch Jumbo Jets und andere verhältnismäßig „lahme Krücken" auf Langstrecken von Kontinent zu Kontinent? Das erste überschallschnelle zivile Passagierflugzeug „Concorde" versieht schließlich schon seit Jahren seinen Dienst. Bereits am 4. November 1970 zischte eine Concorde mit satten Mach 2 durch die Lüfte – doppelt so schnell wie der Schall also und damit auch erheblich schneller als ein behäbiger Jumbo, dessen Reisegeschwindigkeit deutlich unter der Schallgrenze liegt.

Woran liegt es, daß nicht schon längst alle Transatlantikflieger überschallschnelle Jets sind? Finden es die Passagiere so schön, stundenlang den Ozean aus 11 km Höhe zu sehen? Haben sie Angst, daß auf einem Überschallflug die Zeit nicht für die Einnahme des Bordmenüs reicht?

Schluckspechte

Tatsächlich ist die Sache viel einfacher. Im Vergleich zu den modernen Unterschall-Linienflugzeugen ist die Concorde relativ laut; darüber hinaus liegt sie im Treibstoffverbrauch so deutlich über einem gewöhnlichen Passagierjet, daß sich die Fluggesellschaften gezwungen sehen, die Mehrkosten aufs Ticket umzulegen. Schließlich machen die Treibstoffkosten etwa ein Fünftel aller Aufwendungen der Fluggesellschaften aus.

Zwar gibt es einige Menschen, die bereit sind, allein für das Gefühl, einmal im Leben mit doppelter Schallgeschwindigkeit geflogen zu sein, ein paar Hunderter extra zu bezahlen. Aber ihre Zahl hält sich verständlicherweise in Grenzen. Wer auf Urlaubsfahrt in die Staaten geht, dem kommt es auf ein paar Stunden mehr oder weniger im Flugzeug nicht so sehr an.

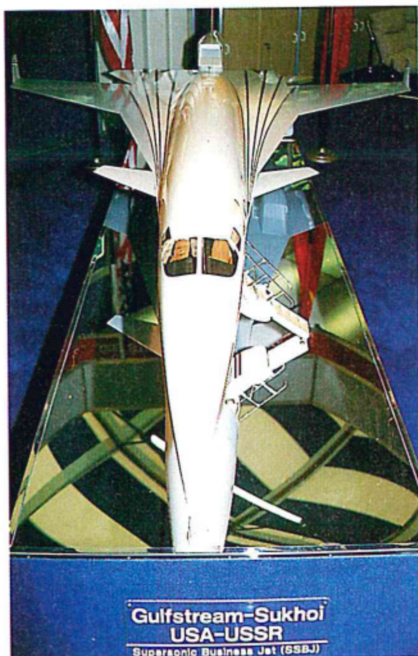


Xinhua/Gamma/Frank Spooner Pictures

▲ Windkanal-Tests sind teuer, aber lohnend: Die Konstrukteure des S-21G SSBJ fanden dabei frühzeitig heraus, daß die zweistrahlige Version ihres Business-Jets der dreistrahligen Alternative überlegen ist.

Geschäftsreisende hingegen, für die Zeit sprichwörtlich Geld ist, sind mit der Concorde auch nicht gerade bestens bedient. Damit wirklich Zeit gespart werden kann, müßten Überschallflugzeuge im Zweistundentakt von Kontinent zu Kontinent hüpfen. Denn was hilft es dem von Terminen gehetzten Manager, wenn er zwar nicht



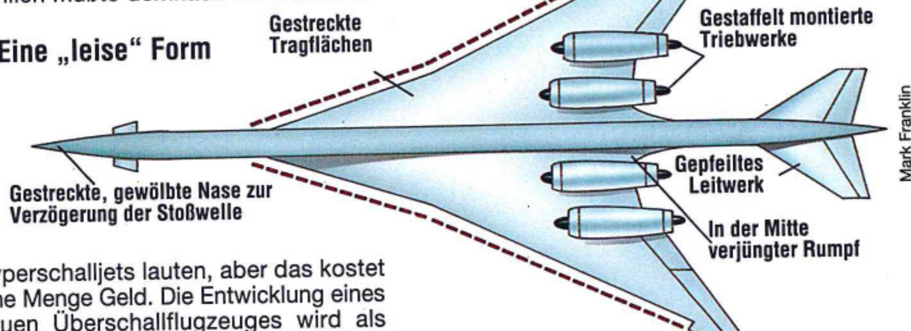


Aviation Picture Library

▲ ***Die S-21G SSBJ** ist der Überschalljet, dessen Planung am weitesten gediehen ist. Angestrebte Geschwindigkeit: Mach 2,2.*

Stunden untätig im Flugzeug sitzen, dafür aber eben diese Stunden untätig im Wartesaal des Flughafens verstreichen lassen muß, um auf den nächsten Überschallflug zu warten? Außerdem werden von der Concorde nur die Strecken New York-London und New York-Paris bedient, so daß ein Großteil der gewonnenen Zeit mit den Anschlußflügen wieder verloren geht.

Nicht kleckern, sondern klotzen! So ähnlich müßte demnach die Devise für



Mark Franklin

▲ ***Der Überschallknall** läßt sich durch die Konstruktion dämpfen, aber nicht verhindern. Überschallflüge über Land wird es daher wohl auch zukünftig nicht geben.*

Hyperschalljets lauten, aber das kostet eine Menge Geld. Die Entwicklung eines neuen Überschallflugzeuges wird als mindestens fünfmal so teuer wie die eines gewöhnlichen Passagierjets eingeschätzt. Damit wird auch verständlich, daß sich im Moment weltweit nur zwei Unternehmen mit der Planung großer Überschalljets befassen. Bei Boeing läuft ein Projekt unter dem Namen „HSCT" (High Speed Civil Transport = Schneller Passagiertransport), in Europa beschäftigt sich eine Gemeinschaft britischer, französischer, amerikanischer und japanischer Unternehmen mit der Weiterentwicklung der Concorde.

Werkfoto Boeing

▲ ***Boeings Entwurf** zum Überschallflug im Jahr 2000: Die Maschine soll 2500 km/h schnell sein. Reichweite: 9300 km.*

Überlegene Miniversion

Beide Unternehmungen haben ähnliche Zielvorstellungen: Platz für doppelt so viele Passagiere wie die Concorde, eine größere Reichweite und eine Reisegeschwindigkeit bei Mach 2,5 in 18 km Höhe. Mit einem Prototyp wird nicht vor der Jahrtausendwende gerechnet.

Der Flugzeughersteller Gulfstream orientiert sich indessen in entgegengesetzte Richtung. Zusammen mit dem russischen Unternehmen Sukhoi stellte er 1990 das Modell des Überschalljets S-21G SSBJ vor, der nur zwölf Passagieren Platz bieten soll. Die angestrebte Reisegeschwindigkeit aber liegt bei Mach 2,2! Gulfstream und Sukhoi wollen damit vor allem Geschäftsreisende und Regierungen als Kunden gewinnen.

Allerdings hat das Engagement für den S-21G SSBJ deutlich nachgelassen. Gulfstream hat seine Energie vorrangig in den „Gulfstream V" gesteckt – ein „normales" Geschäftsreiseflugzeug mit 12 000 Kilometern Reichweite, das 1996 auf den Markt kommt.

Doch sollte der S-21G SSBJ einmal gebaut werden, wird er der Überschallkonkurrenz zahlreiche Vielflieger als Kunden wegschnappen. Das hätte wiederum Folgen für Boeing und Concorde: Die Annahme, daß im Jahr 2000 ein Bedarf von 250 großen Überschalljets besteht, könnte sich dann als zu optimistisch und ihr Bau als unwirtschaftlich erweisen.

Kaum zu glauben

KURIOSE KISTEN
DIE NEUEN JUMBOS VON BOEING SOLLEN ZUSAMMENKLAPPBARE TRAGFLÄCHEN BEKOMMEN, DAMIT SIE AUF DIE STELLPLÄTZE DER ALTEN JUMBOS PASSEN.



Paul Raymonde

WAS HEISST HIER MACH?

Die Geschwindigkeit von Überschallflugzeugen wird meist in Mach angegeben. Mach 1 entspricht der Schallgeschwindigkeit, Mach 2 der doppelten Schallgeschwindigkeit – so weit, so gut. Geschwindigkeitsangaben in Mach jedoch in Stundenkilometern auszudrücken, ist nicht ganz so einfach, wie man vielleicht denkt. Die Maßzahl Mach bezieht sich nämlich auf die Schallgeschwindigkeit in der Luft, durch die das Flugzeug fliegt. Und die muß durchaus nicht mit den üblicherweise als Schallgrenze bezeichneten 331 m/s gleich 1192 km/h übereinstimmen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls in einem Gas hängt von der Zusammensetzung des Gases, von seiner Temperatur und seinem Druck ab. Die Höchstgeschwindigkeit der Concorde von Mach 2,2 wird daher mit 2333 km/h – nicht etwa 2622 km/h – angegeben. Der Wert bezieht sich auf die Schallgeschwindigkeit von 295 m/s in 11 km überm Meeresspiegel. In dieser Höhe liegt die Lufttemperatur bei minus 56,5 °C.

● BLINDE SEHER ● LESEHILFEN ● ELEKTROHUNDE

LICHT INS DUNKEL

Der Blick ins Auge: Moderne Untersuchungsmethoden helfen, Augenerkrankungen frühzeitig zu erkennen und somit schlimme Folgen abzuwenden.

Alexander Tsiaras/Science Photo Library

BLINDHEIT IST TRAGISCH. Mit allen Mitteln, so denken viele, muß die Medizin Blinden helfen, damit sie sehen lernen. Doch das ist nicht genug, denn nicht jeden Blinden können Ärzte heilen.

Wer blind ist, zieht das Mitleid seiner Mitmenschen auf sich, ob er will oder nicht. Wie schrecklich, denken die meisten Menschen: so viel Alltägliches, das man ohne die Kraft seiner Augen nur schwer erledigen kann. Im Supermarkt einkaufen, sich aus der Zeitung informieren, als Fußgänger im Straßenverkehr zurechtkommen – wie schwierig für blinde Menschen.

Nicht immer und überall galten Blinde als bedauernswert. Im antiken Griechenland etwa war blind zu sein nicht unbedingt ein schwerer Makel. Auch wenn ohne Augenlicht zu leben damals ebenso ein Handicap bedeutete wie heute, konnte Blindheit durchaus eine Eigenschaft sein, die den betroffenen Menschen positiv herausstellte.

Der Seher Teiresias etwa, der dem griechischen Sagenkönig Ödipus die Zukunft vorhersagt, ist blind. Möglicherweise wußten die Griechen das Urteil von Menschen zu schätzen, die nichts sahen, statt dessen aber ein um so feineres Gespür für die Sprache entwickelt hatten und schon aus der Art der Fragen, die Ratsuchende an sie stellten, deren Schicksal herauslasen.

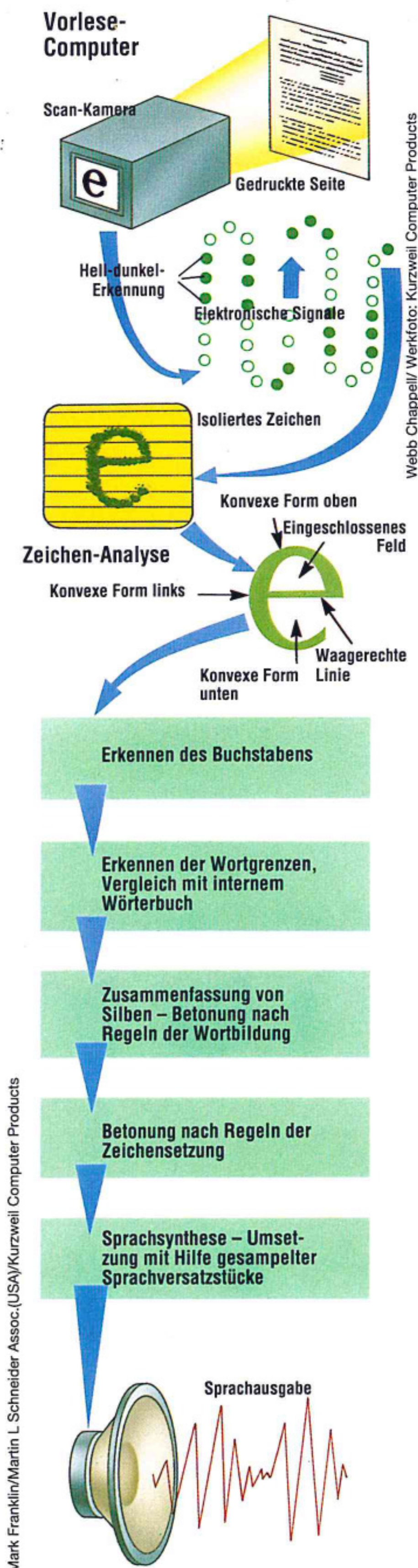
Heutzutage betrachtet man den Menschen eher als eine Maschine, die perfekt funktionieren muß. Wenn es mit irgendetwas hapert, muß man zur Reparatur. Ärzte müssen dann ran und zur Not Ersatzteile einpflanzen, damit man wieder ein „vollwertiger Mensch" wird. Aber vor der Blindheit muß die Medizin auch in der heutigen Zeit noch oft kapitulieren.



Operation Raleigh Picture Library

▲ In der Dritten Welt ist es um die ärztliche Versorgung weit schlechter bestellt. Hier fehlt es oft sogar am Nötigsten.





Mark Franklin/Martin L Schneider Assoc.(USA)/Kurzweil Computer Products

▲ ***Gedruckte Texte*** *werden Buchstabe für Buchstabe erkannt und dann von einem Sprachprozessor in Laute übersetzt.*



Webb Chappell/ Werkfoto: Kurzweil Computer Products

◀ ***Computertechnik*** *macht es möglich – Blinde können sich heute Zeitschriften und Bücher elektronisch vorlesen lassen. Gut, denn das Angebot an Lektüre in Blindenschrift ist beschränkt. Besonders im Bereich aktueller Information klaffen Lücken, so daß es für Blinde bisher schwierig war, sich umfassend über das Zeitgeschehen zu unterrichten.*

Nahezu unmöglich ist die Heilung immer dann, wenn nicht das Auge selbst erkrankt ist, sondern die Nervenleitung zum Gehirn gestört oder nur unvollkommen ausgebildet ist. Zwar kann man heute schon die Aktivität bestimmter Teilbereiche des Gehirns als Wellen registrieren und durch Reizung des Sehzentrums im Gehirn ungeordnete Seheindrücke hervorrufen. Aber Bilder direkt „überspielen": Dazu wird man das Gehirn wohl noch etliche Jahre erforschen müssen. Und überdies könnte sich dabei herausstellen, daß jedes Gehirn in ganz wesentlichen Punkten seine eigene „Sprache" spricht.

▶ ***Blindenhunde*** *führen blinde Menschen sicher durch die Stadt. Ob der elektronische Blindenhund aus dem technikbesessenen Japan (unten) eine nützliche Erfindung ist, darf getrost bezweifelt werden.*



Marcello Bertinetti/SPL

Muß man also resignieren? Keinesfalls! Schließlich fehlen blinden Menschen nicht Eindrücke an sich. Über´s Gehör, über´s Gefühl und über all ihre anderen intakten Sinne stehen sie mitten im Leben. Es ist darum schon viel damit gewonnen, wenn man ihnen Werkzeuge an die Hand gibt, die ihren Handlungsspielraum erweitern. Hier ist die Technik gefordert, die Bedürfnisse von Blinden zu erfragen und Hilfsmittel zu entwerfen.

Statt ständig neue Videorekorder mit noch mehr Möglichkeiten zu entwerfen, könnte etwa die Elektronikindustrie eine gemeinsame Stiftung gründen, in die jeder einzelne Konzern nur einen Bruchteil dessen zahlt, was er jährlich für Werbung ausgibt. Damit könnten helle Köpfe für Blinde forschen, Tastbildschirme erfinden, akustische Leitsysteme für den Weg durch die Stadt, Sprachausgabe-Module für BTX: Der Phantasie sind keine Grenzen gesetzt.

ZEFA



Wichtig ist vor allem, daß man die Blinden dabei einbezieht, um nicht an ihren Interessen vorbei zu erfinden. Dieser naheliegende Weg wird auch heute noch viel zu selten beschritten. Schon eine Arbeitsgemeinschaft Elektronik in der Schule könnte hier ein sinnvolles Betätigungsfeld finden.

Kaum zu glauben

DAS GEHIRN KOMBINIERT

OBWOHL ES IM MENSCHLICHEN AUGE NUR DREI ARTEN FARBREZEPTOREN GIBT, KANN MAN SAGE UND SCHREIBE 600 000 FARBNUANCEN UNTERSCHEIDEN.



Paul Raymonde



VERSCHMOLZENE KERNE

DIE ENERGIE DER ZUKUNFT sollte umweltfreundlich und ungefährlich freizusetzen sein. Ihren Lieferanten stellt man sich als leicht zu handhaben und möglichst unerschöpflich vorhanden vor. Ist Kernfusion dieses ideale Energiekonzept der Zukunft?

Eine Forderung an die Energiegewinnung der Zukunft erfüllt die Kernfusion mit Sicherheit. Der für sie nötige Rohstoff Wasserstoff ist in schier unerschöpflicher Menge vorhanden. Wasser – nichts anderes als Wasserstoff an Sauerstoff gebunden – gibt's in Hülle und Fülle. Und wenn man Wasser über 1000 Grad Celsius heißen Koks leitet, dann zwingt man den Wasserstoff schon aus seiner Verbindung heraus.

Doch warum in so großem Stil? Für die Kernfusion braucht man nur wenig Wasserstoff. Schon aus einem Gramm dieses Fusionsbrennstoffs holt sie soviel Energie heraus, wie man aus 12,4 Tonnen Kohle durch Verheizen freisetzen kann. Nicht übel, so scheint es, und tatsächlich gibt es Berechnungen, daß uns der Wasserstoff selbst bei verschwenderischer Nutzung frühestens in einigen Millionen Jahren ausginge.

Das Prinzip der Kernfusion, die uns schier unbegrenzt Energie liefern könnte, klingt lächerlich einfach. Ein Atomkern Wasserstoff hat die Masse von 1,008 Einheiten. Vier davon verschmelzen zu einem Atomkern Helium. Er hat jedoch nicht die vierfache Masse, sondern nur 4,004 Einheiten. Die Differenz hat sich in reine Energie verwandelt.

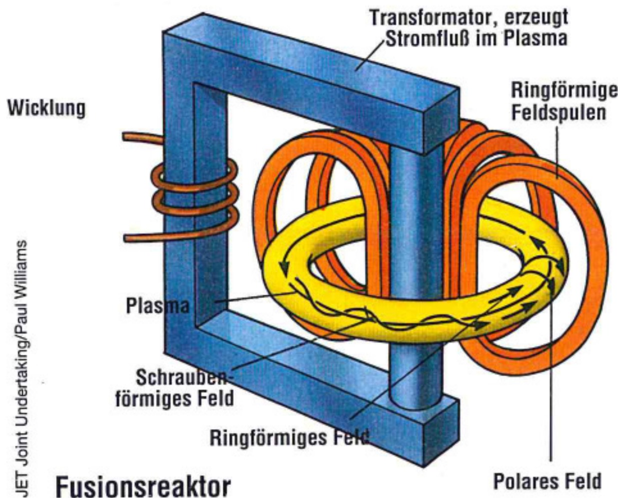
Das hört sich gut an, auch deswegen, weil sowohl Wasserstoff als auch Helium, ein Edelgas, unschädliche Substanzen sind. Doch schon bei nur etwas genauerer Betrachtung sieht die Sache nicht mehr so rosig aus.

Der Prozeß, der in unserer Sonne – all ihre abgestrahlte Energie entstammt der Kernfusion – so herrlich funktioniert, läuft extrem langsam ab. Nur weil Wasserstoff in der Sonne in irrsinnigen Mengen vorhanden ist, kommt es zu der für menschliche Begriffe rasanten

Der Torus des „JET": eine gewaltige, ringförmige Vakuumkammer, in der heißes Deuterium-Tritium-Plasma zu Helium verschmolzen wurde.

JET Joint Undertaking





JET Joint Undertaking/Paul Williams

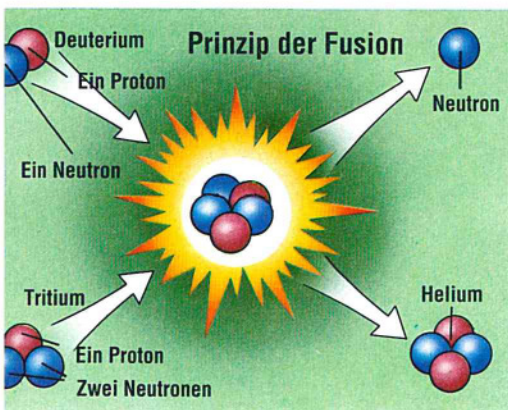
◀ ***Das Tokamak-Prinzip:*** *Ringförmige Magnetfelder und ein polares Feld, das einen Stromfluß im Plasma hervorruft, wirken gemeinsam wie ein schraubenförmiges Feld und pressen das Plasma im Torus (gelb) zusammen. Welcher Aufwand dafür nötig ist, wird klar, wenn man die Anlage in ganzer Größe (rechts) sieht.*

Energiefreisetzung. Unser Zentralgestirn „verheizt" pro Sekunde 4,2 Millionen Tonnen Masse – lächerlich wenig: In den 4,5 Milliarden Jahren seiner Existenz haben sich erst 3 Tausendstel des Gasballs in Energie aufgelöst.

In Fusionsreaktoren will man – statt gewöhnlichen Wasserstoff – Deuterium und Tritium zu Helium verschmelzen. Deuterium ist Wasserstoff mit einem überzähligen Neutron. 0,016 % des Wasserstoffs im Meerwasser ist Deuterium. Das Gas läßt sich daraus gewinnen. Tritium hingegen, Wasserstoff mit zwei überzähligen Neutronen, kommt nicht natürlich vor. Es ist radioaktiv. Man muß es aus dem Leichtmetall Lithium gewinnen – durch Teilchenbeschuß. Schon deswegen ist ein Fusionsreaktor ein ähnliches Sicherheitsrisiko wie ein Kernkraftwerk.


JET Joint Undertaking/Paul Williams

▶ ***Ein Abschnitt*** *des Torus vor der Montage: Nach jedem längeren Betrieb des Reaktors ist er verstrahlt und damit Sondermüll.*



JET Joint Undertaking

▼ ***Deuterium und Tritium*** *werden bei 200 Millionen Grad Celsius bezwungen. Sie fusionieren zu Helium, ein Neutron und Energie werden dabei frei.*

Doch damit nicht genug. Bei der Verschmelzung von Deuterium und Tritium entsteht nicht nur Helium, es werden auch Neutronen frei. Sie dringen in den Reaktormantel, verspröden ihn und machen ihn radioaktiv. Er muß daher alle paar Jahre ausgetauscht werden, eine beträchtliche Menge strahlender Abfälle ist zu beseitigen. Kernfusion ist also auch nicht „sauber".

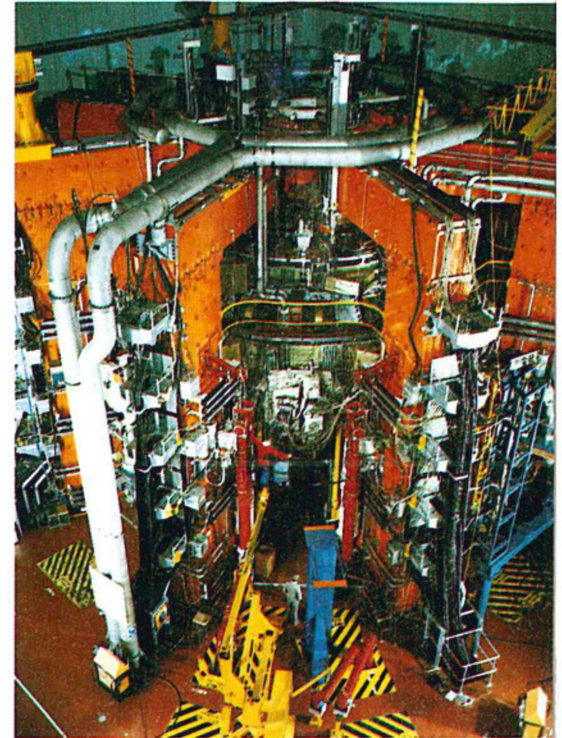
Und die Handhabbarkeit? Mit der sieht's ganz schlecht aus! Bisher gelang Kernfusion nur, wenn man den Brennstoff gewaltigen Temperaturen und hohem Druck aussetzte. In der Wasserstoffbombe etwa wird zunächst eine Atombombe gezündet. Ihre Explosion zwingt die Wasserstoffatome so dicht zusammen, daß sie verschmelzen.

Zu früh gefreut

1989 schien es, als sei ein Durchbruch gelungen. Zwei Wissenschaftler erklärten, daß ihnen die Kernfusion bei Zimmertemperatur geglückt sei: eine Sensation! Nur hatte sie leider einen Schönheitsfehler. Nie gelang es, das Experiment erfolgreich zu wiederholen.

So muß die Forschung weiterhin schwere Technik bemühen, wie im zur Zeit wohl weltweit fortgeschrittensten Forschungsprojekt zur Fusion namens JET (= Joint European Torus). Vierzehn Nationen, darunter auch Deutschland, finanzieren das Versuchszentrum in Oxford mit jährlich rund 920 Millionen Mark.

Viel Geld, viel Aufwand, aber nur kleine Erfolge: Das ist JET. Der bisher größte wurde im November 1991 gemeldet, als

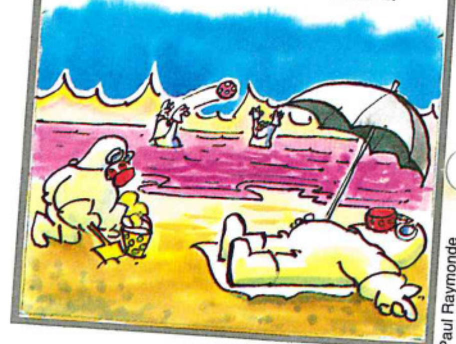

JET Joint Undertaking

man ein Plasma aus Deuterium und Tritium im Vakuum gewaltigem Druck aussetzte. Magnetfelder schnürten das Plasma ein. Bei 200 Millionen Grad Celsius kam es zu einer Fusion – für eine Sekunde wurde gerade soviel Energie frei, wie jedes 16 x 16 cm große Stück Sonnenoberfläche ständig abstrahlt.

Solche bescheidenen Triumphe zeigen: Von dem Moment, da Fusionsenergie Turbinen antreibt, sind wir noch Meilen entfernt. Selbst optimistische Wissenschaftler schätzen: In frühestens 50 Jahren gelingt's – viel Zeit, in der noch gewaltige Summen „verforscht" werden.

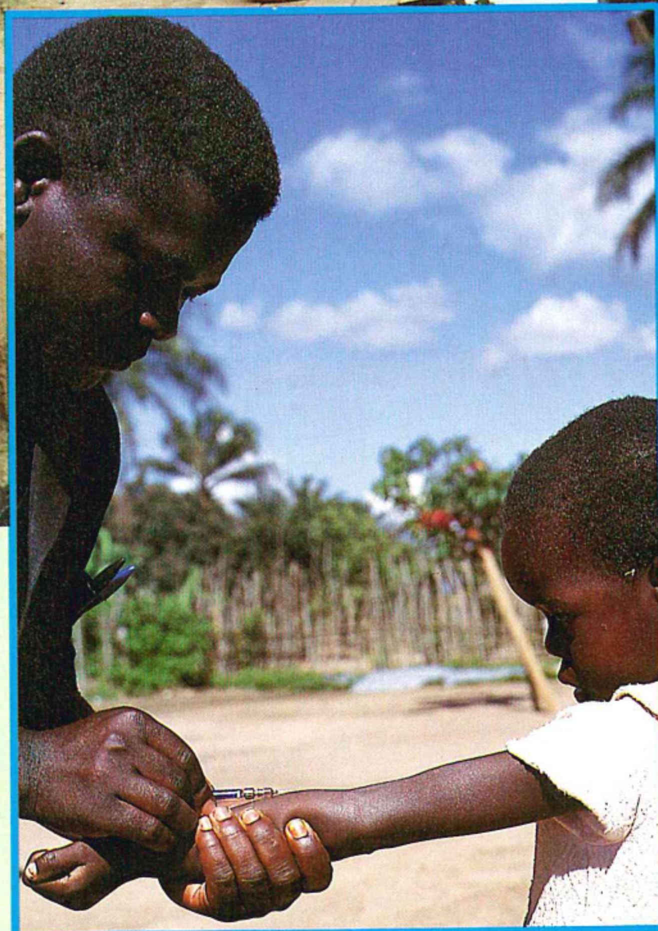
Kaum zu glauben

KERNKRAFT IST PRIMA
WENN WIR UNSERE UMWELT ERST-MAL MIT KERNSPALTUNG FERTIG GEMACHT HABEN, KÖNNEN WIR AUCH MIT DER KERNFUSION NICHT MEHR VIEL SCHADEN ANRICHTEN.


Paul Raymonde

● SCHUTZIMPFUNGEN ● EPIDEMIEN ● UNBEKANNTE ERREGER

SCHLEICHENDE ÜBEL



▲ ***Mangelnde Hygiene*** *und verschmutztes Trinkwasser begünstigen in vielen Ländern die Ausbreitung von Seuchen.*

◄ ***Unterernährte Kinder*** *in Entwicklungsländern sind von Infektionskrankheiten stark bedroht. Impfungen sind teuer.*

Hutchinson Library

Sean Sprague/Panos Pictures

NEBEN KRIEG UND HUNGER sind Seuchen die schlimmsten Übel, die die Menschheit bis heute heimsuchen. Pocken und Pest gibt es zwar in den meisten Teilen der Welt nicht mehr, doch neue Seuchen entstehen, und bekannte Krankheiten wie die Cholera lösen immer noch Epidemien aus.

Ein Schreckensschrei erschüttert die Stadt: „Die Pest ist los!" Im Nu wissen alle Bescheid. In der Stadt bricht Panik aus. Alle versuchen, sich zu retten, aber keiner weiß, wie. Einige wollen der dro-





Museum of London

J.Burbidge/SPL

▲ ***Die Beulenpest,*** *der „Schwarze Tod", ist in Europa bereits seit über 200 Jahren ausgerottet. Massengräber aus dem Mittelalter zeugen bis heute von dem furchtbaren Wüten der tödlichen Krankheit.*



Jane Burton/Bruce Coleman ltd

▲ ***Ratten*** *waren im Mittelalter die Hauptüberträger der Pest. Die auf ihnen schmarotzenden Flöhe (links) infizierten die Menschen mit dem Erreger.*

henden Gefahr entgehen, indem sie Fenster und Türen verrammeln, um sich dahinter zu verbarrikadieren. Andere packen in aller Eile einige Habseligkeiten zusammen. Sie wollen den unheilvollen Ort so schnell wie möglich verlassen, bevor die tödliche Krankheit sie holt. Doch schleppen sie den Tod nur weit übers Land.

Wie ein schreckliches Fegefeuer entvölkerte die Pest im Mittelalter ganze Landstriche in Europa, Afrika und Asien. Mitte des 14. Jahrhunderts forderte die weitaus schwerste Pestepidemie der historischen Zeit 25 Millionen Tote.

Der „Schwarze Tod"

Die Menschen versuchten sich durch Gelübde, Prozessionen und Amulette vor der furchtbaren „Geißel Gottes" zu schützen, doch nichts schien zu helfen. Erst Anfang des 18. Jahrhunderts ebbte der Ansturm der Krankheit auf unerklärliche Weise ab. Und erst zum Ende des letzten Jahrhunderts, als in Hongkong und Indien die Pest noch einmal auftrat, kam die Medizin ihren geheimnisvollen Ursachen auf die Spur.

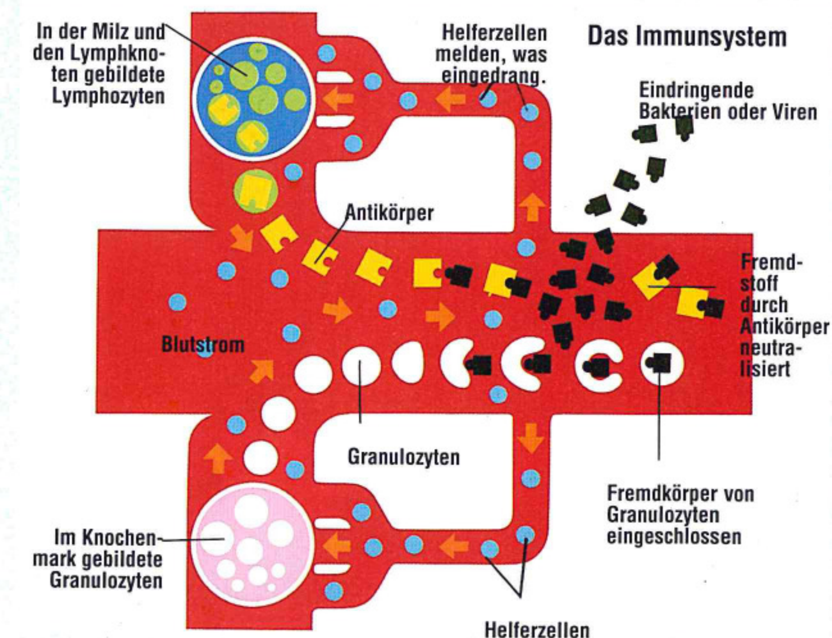
Es gibt drei verschiedene Arten der Pest. Zwei davon verbreiten sich über das Blut und die Atemwege und werden von Mensch zu Mensch weitergegeben. Die weitaus häufigere Beulenpest, der „Schwarze Tod", wird dagegen durch Flöhe übertragen, die im Fell von Ratten leben. Kein Wunder, daß sich in den Städten des Mittelalters und später in den übervölkerten Armenvierteln großer Kolonialmetropolen wie Hongkong die Pest rasant verbreiten konnte: An diesen Orten wimmelte es geradezu von Ratten.

Der Erreger ist ein Bakterium, das sich im Körper des Menschen sehr schnell vermehrt. Durch den Einsatz von Antibiotika und Sulfonamiden kann die Krankheit heute jedoch in nahezu jedem Fall geheilt werden. Und die Eindämmung von Ratten und Flöhen durch verbesserte hygienische Verhältnisse hat entscheidend dazu beigetragen, daß die Seuche nur noch vereinzelt in einsamen Gebieten Afrikas und Asiens auftritt.

Ein anderes Schreckgespenst, das im vorigen Jahrhundert in Europa sein Unwesen trieb, konnte durch Hygiene und die moderne Medizin ebenfalls zumindest auf dem europäischen Kontinent erfolgreich bekämpft werden. Die Cholera ist wie die Pest eine bakterielle In-

SELBSTVERTEIDIGUNG

Gelangen Bakterien und Viren in unseren Körper, wird eine kampferprobte Abwehrtruppe aktiv. Im Knochenmark bilden sich sogenannte Granulozyten, weiße Blutkörperchen, die eindringende Fremdkörper einkapseln und verdauen. Andere Immunzellen, die Lymphozyten, sind für die Produktion von Antikörpern zuständig. Treffen körperfremde Zellen auf diese Abwehrstoffe, verbinden sich beide zu einem ungefährlichen Komplex. Helferzellen melden, was eingedrungen ist, an die Immunzellen und veranlassen sie, passende Antikörper zu bilden. Durch Impfung mit abgeschwächten Kranheitserregern kann man das Immunsystem daher zur Bildung von passenden Antikörpern anregen.



John Hutchinson

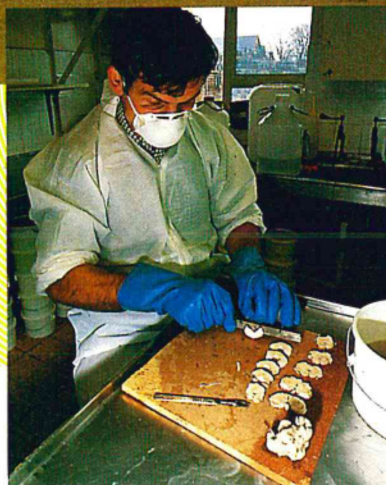


MAKABERE HUNGERSPENDE

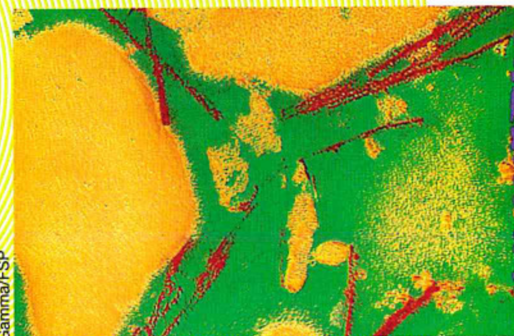


Rex Features

1986 wurden in Großbritannien Tausende von Rindern von einer bis dahin unbekannten Seuche befallen: BSE (bovine spongiforme Enzephalitis). Diese Seuche wird von einem Virus (unten rechts, rot in der Vergrößerung) hervorgerufen, der das Gehirn der Rinder angreift. Die Tiere werden regelrecht verrückt. Untersuchungen an Schafgehirnen (unten Mitte) ergaben, daß die Rinder BSE bekamen, weil man, um Kosten zu sparen, bei der Herstellung von Kraftfutter aus den Innereien von Schafen auf eine ausreichende Erhitzung des Futterbreis verzichtet hatte. Der Erreger einer BSE-ähnlichen Schafkrankheit überstand daher. Ob auch Menschen durch infiziertes Fleisch angesteckt werden können, ist bisher ungeklärt. Um die Ausbreitung der Krankheit zu verhindern, werden erkrankte Kühe gemeinhin notgeschlachtet und verbrannt. Im Januar 1992 tauchte jedoch erneut verseuchtes Fleisch aus England auf: 118 Tonnen als Lebensmittelspende für Rußland.



Gamma/FSP



EM Unit, CVL, Weybridge/SPL

fektion, die ideale Voraussetzungen findet, wo Menschen in Schmutz leben müssen. Das Bakterium nistet sich im Darm ein und wird mit dem Darminhalt ausgeschieden. Gelangen die Erreger wegen unzureichender Abflußleitungen ins Trinkwasser, verbreitet sich die Krankheit sehr schnell.

Lange schien es, als wäre man der Seuche endgültig Herr geworden, da wurden Ende 1990 die ersten Cholerafälle in Peru gemeldet. Innerhalb weniger Monate breitete sich die Seuche über viele Staaten in Südamerika aus. In den Jahren darauf wurden vor allem aus Ruanda Cholerafälle gemeldet. Gründe dafür sind das schlechte Gesundheitswesen sind die katastrophalen hygienischen Verhältnisse, die dort teilweise herrschen. Viele Erkrankte können sich die lebensrettenden Medikamente nicht leisten. Oft ist sogar das Abkochen des Trinkwassers – eine wichtige vorbeugende Maßnahme – ein Problem.

Genetischer Angriff

Dabei sind bakterielle Infektionen wie die Cholera medizinisch durchaus heilbar. Schwieriger ist es hingegen mit Seuchen, die durch Viren hervorgerufen werden. Die Kleinsterreger, die selbst bakteriendichte Filter problemlos passieren, programmieren geeignete Zellen des Infizierten so um, daß diese plötzlich, statt für ihre eigene Vermehrung zu sorgen, Viren produzieren. Viren bestehen aus einer dünnen Eiweißhülle, die ein Stück genetischen Materials umschließt. Findet ein Virus eine Wirtszelle, „impft" er sie mit seinen Genen. Auf diese Weise beeinflußt der Virus die natürlichen Abläufe der fremden Zellteilung.

Es gibt Viren, die relativ „harmlose" Krankheiten wie Grippe, Windpocken oder Masern hervorrufen. Mit ihnen werden die Abwehrkräfte des Körpers auch ohne Medikamente fertig – allerdings nur, wenn der Körper nicht schon durch Unterernährung oder zu einseitige Ernährung geschwächt ist. In Ländern der Dritten Welt sterben tagtäglich Tausende von ausgehungerten Kindern an ganz „ungefährlichen" Kinderkrankheiten, weil ihr Körper nicht genügend Widerstandskraft aufbringt, um die Erreger zu bekämpfen.

Viren können jedoch auch Krankheiten hervorrufen, die in jedem Fall tödlich verlaufen. So ist es zum Beispiel bei den Pocken gewesen. Schon 1000 v. Chr. wütete die Seuche in China und Indien, ab dem 6. Jahrhundert auch in Europa. Inzwischen ist die Krankheit ausgerottet. Die letzten beiden Erregerstämme werden in zwei Laboratorien unter strengem Verschluß gehalten.

Schon zu Beginn des 18. Jahrhunderts hatte man erkannt, daß die Impfung mit der Lymphe eines Pockenkranken das tödliche Ende der Krankheit abwenden

St. Mary's Hospital Medical School/SPL

◀ ***Lepra*** *führt zu Verstümmelungen der Gliedmaßen und Wucherungen im Gesicht. Die Krankheit kann unter Kontrolle gebracht, aber nicht geheilt werden.*

Kaum zu glauben

UNBEKANNTE FLUGOBJEKTE

IM APRIL 1967 MELDETE DIE US-RAUMFAHRTBEHÖRDE NASA: SOGAR 41 400 METER HOCH OBEN IN DER ERDATMOSPHÄRE SEIEN LEBENDE BAKTERIEN ZU FINDEN.



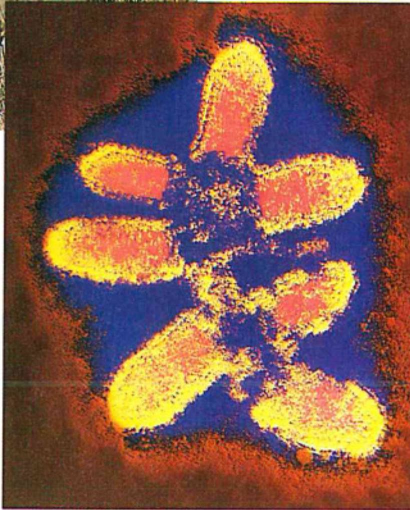
Paul Raymonde





J.Scott/Planet Earth Pictures

▼ ***Der Tollwutvirus*** *(vergrößert abgebildet) verursacht eine tödliche Tierseuche, mit der sich auch der Mensch infizieren kann. Die Krankheit wird durch den Speichel wildlebender Tiere – Füchse etwa – übertragen.*



EM Unit, CVL, Weybridge/SPL

kann. Das Problem war jedoch, daß erst Pockenfälle auftreten mußten, ehe man Schutzimpfungen vornehmen konnte. Das änderte sich, als der britische Arzt Edward Jenner 1796 entdeckte, daß sich auch Rinderpockenlymphe als Impfmittel einsetzen läßt.

Trotz dieser Möglichkeit ließen sich zunächst nur wenige impfen: So fielen der letzten Pockenepedemie Deutschlands 1871-73 noch 100 000 Menschen zum Opfer. Erst nach der 1874 eingeführten Impfpflicht ging die Zahl der Neuerkrankungen drastisch zurück. Die Pocken waren in Deutschland besiegt.

Neue Gefahren

Schon schien es, als habe die moderne Medizin den Kampf gegen die schweren Virus-Infektionen endgültig gewonnen, da sorgte 1980 eine neue Krankheit für Schlagzeilen: AIDS. Die vermutlich aus Afrika stammenden AIDS-Viren zerstören die körpereigene Immunabwehr, so daß der Erkrankte bald unheilbar an verschiedensten Infektionskrankheiten leidet. Derzeit wird fieberhaft daran gearbeitet, einen vorbeugenden Impfstoff gegen die teuflische Krankheit zu entwickeln. Ermutigende Resultate sind dabei bisher aber nicht herausgekommen.

Das Problem besteht zunächst vor allem darin, einen Impfstoff zu entwickeln, der den Körper auf AIDS-Viren vorbereitet, ohne selbst eine Gefahr zu bedeuten. Antikörper Erkrankter wie bei den Pocken kann man dazu nicht nutzen, denn sie tragen selbst die Krankheit. Und auch die Verabreichung abgetöter AIDS-Viren ist viel zu gefährlich, als daß sich jemand darauf einließe. Hilfe will die Gentechnik bringen. Hier wird fieberhaft daran gearbeitet, das AIDS-Virus selbst „umzuzüchten“. Es soll so verändert werden, daß es seine Aggressivität verliert.

Manipuliertes AIDS

Vom AIDS-Virus wird der Teil isoliert, mit dem sich der Krankheitserreger an gesunde Zellen anbindet. Dieser wird dann von Kuhpockenviren in Kulturen aus Affennierenzellen vermehrt. Seine Abkömmlinge tragen die Krankheit nicht mehr. Im menschlichen Körper binden sie sich jedoch genau da an Zellen an, wo sonst der AIDS-Virus Platz fände. Bei Tests mit Affen hat das wunderbar funktioniert. Aber es kann natürlich niemand garantieren, daß die manipulierten Viren in zehn Jahren nicht doch noch aggressiv werden. Ein wirksames Mittel gegen AIDS ist somit nicht in Sicht.

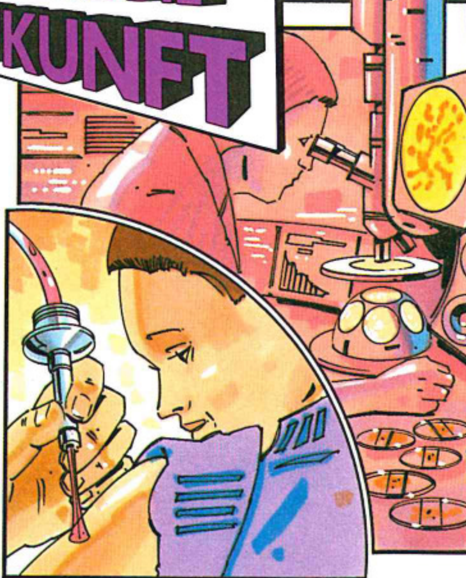
Paul Harrison/Panos Pictures



▲ ***Unter Kinderlähmung*** *leiden in den Entwicklungsländern noch heute viele Kinder, obwohl es mittlerweile Impfstoffe gibt.*

BLICK IN DIE ZUKUNFT

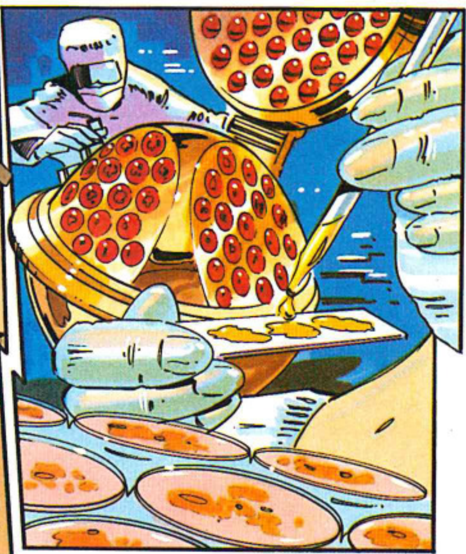
KILLER AUS DEM REAGENZGLAS



▲ *Wissenschaftler arbeiten nicht nur daran, Impfstoffe gegen Krankheiten zu entwickeln. Unter strenger Geheimhaltung werden auch neue Krankheitserreger gezüchtet.*



▲ *Kommen solche Krankheitserreger als biologische Waffe oder durch eine Panne im Labor frei, könnte das weltweit katastrophale Seuchen auslösen.*



▲ *Bis ein geeignetes Serum zur Bekämpfung der gezüchteten Erreger gefunden wäre, könnte ihr bereits ein großer Teil der Weltbevölkerung zum Opfer gefallen sein.*

Joe Lawrence

